

GGD-RICHTLIJN

BEOORDELEN VAN VENTILATIE SCHOLEN

Penvoerder: T. Habets
Werkgroepleden: M. van Ass
F. Duijm
L. Geelen
L. Haans
Coördinator: N. van Brederode

Inhoud

1	Probleemomschrijving	5
2	Ventilatie en ventilatiesystemen.....	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Ventilatie.....	9
2.3	Ventilatiesystemen	10
3	Binnenlucht en gezondheid	15
3.1	Inleiding	15
3.2	Gezondheidseffecten, binnenluchtkwaliteit en ventilatie.....	15
3.3	Conclusie.....	17
4	Toetsingskader	19
4.1	Wet- en Regelgeving.....	19
4.2	Gezondheidskundige toetswaarden	25
4.3	Vergelijking van de CO ₂ -concentratie die te verwachten is op grond van de wettelijk vereiste luchtstroom resp. de gezondheidskundige toetswaarden.....	26
5	Advisering door de GGD	29
5.1	Aanpak.....	29
5.2	Gezondheidsklachten van de leerlingen	29
5.3	Onderzoek naar ventilatie	30
5.3.1	Inspectie	31
5.3.2	Metingen	35
5.4	Advisering	37
6	Informatiebronnen.....	41
6.1	Publicaties	41
6.2	Websites.....	44
7	Betrokken instanties	45
8	Definities	47
9	Geraadpleegde deskundigen	49
10	Samenstelling werkgroep	49

BIJLAGEN	51
Bijlage 1 Projectvoorstel Actualisering GGD-richtlijn Ventilatie van scholen en de kwaliteit van het binnenmilieu.....	53
Bijlage 2 Bouwbesluit 2003, hoofdstuk 3.10 (artikel 3.46-3.59): Luchtverversing van een verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte (VROM, 2006).....	55
Bijlage 3 Toetswaarden voor ventilatie in scholen en kindercentra	63
Zie GGD kennisnet, zoeknummer 35890 (F. Duijm, 2006).....	63
Bijlage 4 Vragenlijst ter beoordeling van de ventilatievoorzieningen in scholen en Quickscan binnenmilieu voor JGZ	65
Bijlage 5 Berekening van de benodigde oppervlakte van de opening van ventilatievoorzieningen in een lesruimte	69
Bijlage 6 Meetmethode voor het bepalen van de CO ₂ -concentratie in scholen.....	73
Bijlage 7 Berekening van het ventilatievoud a.d.v. afname CO ₂	89
Bijlage 8 Verbetering ventilatie basisscholen. Stappenplan ééndagsmethode.....	91

1 Probleemomschrijving

Aanleiding

Deze richtlijn vervangt de GGD-richtlijnen 'Ventilatie van scholen en de kwaliteit van het binnenmilieu' (Koeman et al., 2002) en 'Meting kooldioxide in scholen en kinderdagverblijven' (Meijer et al., 2002). Bij het gebruik van deze richtlijnen zijn enkele knelpunten geconstateerd waardoor herziening noodzakelijk is geacht (zie bijlage 1).

Motivatie

Onderzoek in Nederland heeft aangetoond dat het met het binnenmilieu in scholen over het algemeen slecht gesteld is. Een slecht binnenmilieu kan nadelige effecten hebben op de gezondheid en daarmee het verzuim verhogen van zowel leerlingen als leerkrachten. Bovendien kan een slecht binnenmilieu een nadelige invloed hebben op de leer- en doceerprestaties.

Afbakening

Onder het binnenmilieu verstaat men alle fysische, chemische en biologische factoren die van invloed zijn op de gezondheid en het welzijn van de gebruikers.

De kwaliteit van het binnenmilieu wordt door zeer veel factoren bepaald. Zo dragen bijvoorbeeld de binnenlucht, het akoestische (geluid) en het thermische klimaat (warmte/kou/tocht), licht en uitzicht hun steentje bij. Deze richtlijn beperkt zich tot de kwaliteit van de binnenlucht.

De kwaliteit van de binnenlucht in scholen hangt af van meerdere factoren:

- Bronnen van verontreiniging in de klas:
 - Aanwezige personen (leerkrachten en leerlingen):
 - Productie van kooldioxide (CO₂) en waterdamp bij ademhaling.
 - Productie van zweet- en geurstoffen.
 - Verspreiding van vocht en geurstoffen uit natte kleding e.d.
 - Verspreiding van micro-organismen (virussen en bacteriën) en allergenen¹.
 - Verspreiding en opwerveling van fijn stof.
 - In de school aanwezige bronnen van vervuiling:
 - Verspreiding van (semi-)vluchtige stoffen door bouw-, afwerking-, inrichting- en lesmaterialen.
 - Verspreiding van allergenen door bepaalde planten of bloemen.
 - Verspreiding van micro-organismen (schimmels en bacteriën) of delen daarvan o.a. door vochtproblemen.
- Afvoer van verontreinigingen. Deze is vooral afhankelijk van bouwtechnische kenmerken en gebruik van het gebouw:

¹ Allergenen van onder andere huisdieren meegenomen op de kleding en eigen allergenen
GGD-Richtlijn Ventilatie Scholen definitieve versie 20-12- 2006

- Aanwezigheid van voldoende en bruikbare ventilatievoorzieningen en het gebruik daarvan.
- Reinigbaarheid van materialen en voldoende schoonmaak.
- De kwaliteit van de buitenlucht:
 - Locatie van de school met eventuele bronnen van verontreiniging in de directe omgeving van de school, zoals bedrijven en verkeer.

De kwaliteit van de binnenlucht kan worden verbeterd door de bronnen aan te pakken en/of door ventilatie. Door middel van ventilatie wordt vervuilde binnenlucht naar buiten afgevoerd en door schonere buitenlucht² vervangen. Wanneer er onvoldoende wordt geventileerd hopen de verontreinigingen zich in het lokaal op. Omdat in schoollokalen de bezettingsgraad hoog is, vormen de aanwezigen zelf meestal de belangrijkste bron van verontreiniging. Zogenaamd bronbeleid is dan alleen mogelijk door het aantal kinderen per klas te verminderen. Dit is in de praktijk meestal geen optie. Ventilatie is in alle gevallen een essentiële factor en daarom het thema van deze richtlijn.

De overige factoren worden hier niet behandeld.

- Bij twijfel over de gebruikte bouw- en afwerkingmaterialen als mogelijke bron van verontreiniging, kan contact worden opgenomen met de afdeling 'Bouw- en Woningtoezicht' van gemeenten.
- Voor een overzicht van een aantal van de overige genoemde bronnen in school dat de binnenlucht nadelig kan beïnvloeden, wordt verwezen naar het cahier 'Binnenmilieu in basisscholen' van Haans et al. (2004) en naar het boekje 'Naar een beter binnenmilieu' (van Ass et al., 2005).
- Bij twijfel over de kwaliteit van de buitenlucht kan contact worden opgenomen met de afdeling 'Milieu' van de gemeente.

Deze richtlijn is bestemd voor GGD'en en beperkt zich daarom qua effecten en regelgeving tot die voor leerlingen.

In 2006 heeft het Ministerie van VROM subsidie verleent om 88 scholen, verspreid over Nederland, te onderzoeken volgens de zogenaamde ééndagsmethode. Deze methode is vooral gericht op bewustwording en gedragsverandering bij leerkrachten ten aanzien van ventileren en biedt een indicatie m.b.t. mogelijk noodzakelijke bouwtechnische aanpassingen. De ééndagsmethode is dus primair preventief van karakter en bestaat uit twee onderdelen: inspectie en meting van het CO₂-gehalte. De inspectie is vergelijkbaar met de methode zoals die in hoofdstuk 5.3.1 wordt besproken. De meting van het CO₂-gehalte volgens de ééndagsmethode is bedoeld ter illustratie en is niet bedoeld om als toetsingscriterium gebruikt te worden. Daarom wordt de ééndagsmethode niet als aparte

2 De kwaliteit van de buitenlucht is in bijna elke situatie beter dan die van de binnenlucht. Dus de vaak gehoorde redenering van 'laat ik maar niet ventileren want in plaats van vuile lucht naar buiten af te voeren, haal ik juist vuile lucht binnen' gaat alleen in uitzonderlijke situaties op.

methode besproken in deze richtlijn. Een korte bespreking is opgenomen aan het eind van deze richtlijn (Bijlage 8).

Advisering door de GGD

Er kunnen voor de GGD drie aanleidingen zijn om onderzoek te doen naar de ventilatie op scholen:

- Er worden gezondheidsklachten bij leerlingen gemeld door ouders, leerkrachten, schooldirectie/bestuur of gemeente .
- Er wordt een vraag gesteld over het binnenmilieu.
- De GGD besluit zelf een (inventariserend) onderzoek aan te bieden.

Deze richtlijn biedt een handvat voor het (gevraagd en ongevraagd) adviseren over de ventilatie van scholen en de invloed daarvan op de binnenluchtkwaliteit en daarmee op de gezondheid van leerlingen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op ventilatie en ventilatievoorzieningen.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de relatie tussen gezondheidseffecten, CO₂-concentratie en ventilatie.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het toetsingskader. Hierin worden de wettelijke eisen voor ventilatievoorzieningen, waaronder ventilatiecapaciteit, besproken en gezondheidskundige toetswaarden.

De mogelijkheden voor onderzoek, waaronder de bepaling van de CO₂-concentratie, worden in hoofdstuk 5 besproken, samen met de mogelijkheden voor advisering.

2 Ventilatie en ventilatiesystemen

2.1 Inleiding

Wanneer de aanwezige personen de belangrijkste bron vormen, is de kwaliteit van de binnenlucht in een klaslokaal afhankelijk van de volgende factoren:

- het aantal personen dat aanwezig is.
- de mate van activiteit van deze personen.
- het volume van de ruimte.
- de ventilatievoorziening:
 - de aanwezigheid van voldoende ventilatievoorziening
 - de bruikbaarheid van de ventilatievoorziening
 - het gebruik van de ventilatievoorziening
 - de effectiviteit van de ventilatievoorziening

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op enkele begrippen betreffende luchtverversing. Vervolgens worden de verschillende ventilatiesystemen en hun voor- en nadelen besproken.

2.2 Ventilatie

Luchtverversing komt tot stand door (een combinatie van) ventilatie, spuien, infiltratie en luchten.

Onder *ventilatie* wordt verstaan:

'Het instandhouden van continue toevoer van verse lucht en afvoer van vervuilde binnenlucht door middel van voorzieningen voor natuurlijke en/of mechanische ventilatie. Dergelijke voorzieningen kunnen bestaan uit ventilatieroosters, klepraampjes en/of draai-/kiepramen op een kierstand, overstroomvoorzieningen (zoals een kier onder de deur), afvoerkanalen, inblaas en afzuigventielen van mechanische ventilatiesystemen'

Onder *spuien* of *luchten* wordt verstaan:

'Het snel afvoeren van sterk verontreinigde binnenlucht door het gedurende beperkte tijd instandhouden van een grote luchtstroom door te openen deuren en ramen. Luchten wordt vooral toegepast in situaties waarin ventilatie als ontoereikend wordt ervaren. Het positieve effect van luchten is in het algemeen van zeer tijdelijke aard en kan het ventileren nooit vervangen.'

Onder *infiltratie* wordt verstaan:

'Een luchtstroom via naden en kieren in de gebouwschil, zoals langs kozijnen, ramen, deuren en aansluiting van dak en gevel. Infiltratie heeft als nadeel dat deze niet beheersbaar is en eventuele verontreiniging vanuit de spouwmuur naar binnen transporteert.'

Vanwege energiebesparing worden gebouwen steeds kierdichter en neemt de infiltratie af. Hierdoor neemt het belang toe van ventilatievoorzieningen met voldoende en bruikbare capaciteit en van het bewuste gebruik ervan. Bewust gebruik betekent bijvoorbeeld het openen van een raam of het hoger zetten van de mechanische ventilatie zodra er mensen in een lokaal aanwezig zijn.

Onder ventilatievoorziening wordt verstaan (NEN 1087, NNI 2001):

'Het geheel aan componenten, bestemd voor de toevoer van verse lucht van buiten, het overstromen van verse lucht of binnenlucht naar een aangrenzende ruimte en de afvoer van binnenlucht naar buiten, waarmee een nominale (=maximale) ventilatie tot stand kan worden gebracht'.

Onder componenten wordt verstaan: roosters, ramen, kanalen etc.

2.3 Ventilatiesystemen

Voor ventilatie bestaan veel verschillende systemen. Er bestaat geen ideaal ventilatiesysteem. Elk ventilatiesysteem heeft voor- en nadelen. Hieronder worden de belangrijkste ventilatiesystemen besproken.

Natuurlijke ventilatie

Bij natuurlijke ventilatie is sprake van toe- en afvoer van lucht die tot stand komt door verschillen in winddruk en temperatuur tussen binnen en buiten. Toe- en afvoer vinden plaats via (regelbare) ventilatievoorzieningen in de gevels, overstroomvoorzieningen in binnenwanden en (verticale) afvoerkanalen.

Voordelen van natuurlijke ventilatie

- Gebruikers kunnen zelf de ventilatie in de ruimte regelen. Wanneer zij die mogelijkheid niet of onvoldoende hebben wordt het binnenmilieu in de ruimte sneller als onprettig beoordeeld.
- De ventilatiestroom welke gehaald kan worden, is vaak groter dan vereist³, waardoor het systeem goed kan functioneren.

Nadelen van natuurlijke ventilatie

- Het systeem is wel sterk afhankelijk van het gebruik, de bruikbaarheid en de effectiviteit van de ventilatievoorziening. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op deze drie aspecten.
- Natuurlijke ventilatie is afhankelijk van de weersomstandigheden. De luchtstroom wordt daarbij bepaald door de winddruk, de plaats van de ventilatiekanalen en

³ NEN 1087 en NEN 8087 schrijven voor dat de vereiste capaciteit tenminste 95% van de tijd aanwezig moet zijn. De capaciteit wordt daarom berekend voor kleine verschillen in winddruk en temperatuur tussen binnen en buiten. Bij grotere verschillen bestaat daardoor, in theorie, een overcapaciteit.

-uitmondingen ten opzichte van de windrichting en door het verschil tussen binnen- en buitentemperatuur. Wanneer de buitentemperatuur laag is en de binnentemperatuur normaal, is het moeilijk om zonder tocht te ventileren. Om de invloed van het weer te verkleinen, worden in scholen soms zelfregelende natuurlijke toevoerroosters toegepast. Deze sluiten gedeeltelijk bij meer wind.

- Een niet onbelangrijk nadeel van natuurlijke ventilatie is de mogelijkheid dat hinderlijk omgevingslawaai binnenkomt. Gewone roosters dempen dit enigszins. Dit is echter niet voldoende in geluidbelaste situaties. Dit is te ondervangen door suskasten: roosters met ingebouwde geluiddemping.

Mechanische ventilatie, eventueel in combinatie met natuurlijke ventilatie

A. Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer van lucht

Hierbij wordt via een kanalsysteem mechanisch lucht in de ruimte gebracht en zorgen afvoeropeningen in de gevels en/of verticale ventilatiekanalen voor de natuurlijke afvoer. Dit systeem van overdrukventilatie wordt zelden toegepast, maar kan nuttig zijn bij ernstige buitenlucht- of bodemverontreiniging. In een dergelijk geval kan er bijvoorbeeld selectief lucht worden aangevoerd via de schone zijde van het gebouw.

B. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer van lucht

Voor de toevoer van lucht zijn regelbare ventilatievoorzieningen voor natuurlijke ventilatie aanwezig in de gevels, zoals ramen en roosters. De afvoer vindt plaats via een systeem dat mechanisch lucht uit de ruimte afzuigt. Dit systeem werkt goed als er aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Zo moet de mechanische afvoer regelbaar zijn zodat deze aangepast kan worden aan het aantal personen in het lokaal en de activiteiten. Bij de leerkracht moet enige kennis aanwezig zijn over de mate van ventilatie die onder bepaalde omstandigheden noodzakelijk is. Wanneer de mechanische afvoer aangepast wordt, dient de toevoer ook te worden aangepast. Ook moet de capaciteit van de afvoer regelmatig gecontroleerd worden. Bij dit systeem spelen eveneens de weersomstandigheden een rol.

C. Gebalanceerde ventilatie: mechanische toe- en afvoer van lucht

Lucht wordt via een kanalsysteem mechanisch in een ruimte toegevoerd en mechanisch uit dezelfde of een aangrenzende ruimte afgevoerd.

Bij sommige systemen vindt warmte-uitwisseling plaats tussen de ingeblazen buitenlucht en de afgevoerde binnenlucht. In dat geval wordt het warmteverlies in de winter beperkt gehouden. Een nadeel is dat de ruimte in de zomer slechts zeer langzaam afkoelt, tenzij de mogelijkheid bestaat de luchtstroom buiten de warmtewisselaar om te leiden.

D. Hybridesysteem

Dit is een combinatie van natuurlijke en mechanische ventilatie. Als natuurlijke ventilatie tekortschiet wordt de mechanische ventilatie ingeschakeld.

Indien via de mechanische ventilatie ook verwarming van een ruimte plaatsvindt, is sprake van luchtverwarming. Indien de lucht via dit systeem gekoeld kan worden, is sprake van airconditioning. De toepassing van luchtverwarming of airconditioning in schoolgebouwen is in Nederland overigens niet zo gebruikelijk.

Voordelen van mechanische ventilatie

- Mechanische ventilatie is minder afhankelijk van de weersomstandigheden dan natuurlijke ventilatie. Zo is het mechanisch gerealiseerde deel min of meer constant. De natuurlijke afvoer in systeem A en de natuurlijke toevoer in systeem B blijven wel mede afhankelijk van winddruk en temperatuur.
- Systemen met mechanische toevoer bieden mogelijkheden om lucht aan te zuigen vanaf de relatief schone zijde (bijvoorbeeld bij een locatie langs een drukke weg). Dit geldt tevens t.a.v. geluid.

Nadelen van mechanische ventilatie

- De ontwerpeisen t.a.v. de capaciteit van het systeem zijn te laag.
- Het systeem is gevoelig voor fouten in aanleg, inregeling en gebrekkig onderhoud. Bekend is dat de capaciteit in de loop van de tijd aanzienlijk terugloopt als het ventilatiesysteem niet goed wordt onderhouden. Dit heeft men niet altijd snel in de gaten. De onderhoudsproblemen worden besproken in hoofdstuk 5.3.1 over de bruikbaarheid van de ventilatievoorzieningen.

Enkele voorbeelden van fouten in de aanleg zijn:

- de ventilator is te zwak of is foutief geïnstalleerd;
- de kanalen bevatten te veel hoeken of verschillen in vorm en doorsnede;
- de openingen (ventielen) zijn niet goed afgesteld en niet goed op elkaar afgestemd, waardoor de verdeling van de luchtstroom over de verschillende openingen/ventielen in de verschillende lokalen niet goed geregeld is;
- de toevoer- en de afvoercapaciteit zijn niet goed op elkaar afgestemd;
- de kanalen zijn niet schoon opgeleverd (bijv. verontreiniging met olie).
- Systemen waarin zich water(damp) bevindt, zoals in koelsecties of bevochtigungssecties, kunnen 'humidifier' koorts (ook wel monday morning fever genoemd) veroorzaken door het verspreiden van endotoxinen van micro-organismen (Teeuw ea, 1993). Micro-organismen kunnen zich in een systeem voor luchtbevochtiging ontwikkelen doordat in het systeem condensatie van vocht kan optreden, wat een gunstig biotoop voor micro-organismen kan zijn. Alleen een goed onderhoudsschema kan dit voorkomen.
- Bij de kleinere installaties die o.a. bij scholen worden toegepast en die meestal zonder luchtbevochtiging zijn uitgevoerd, kunnen problemen ontstaan door schimmelgroei in de toevoerkanalen.
- Het systeem kan zelf geluidsoverlast veroorzaken.

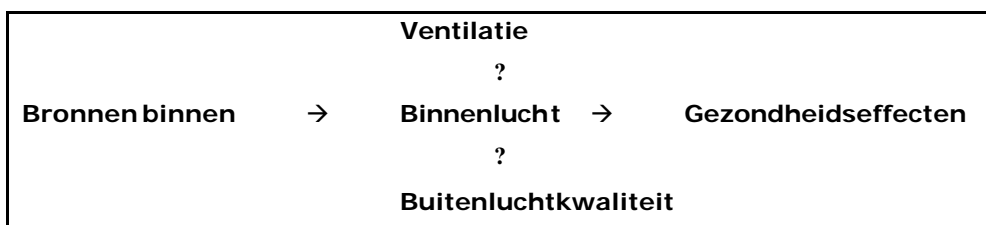
Ventilatoren

Het gebruik van ventilatoren heeft alleen nut wanneer zij verse buitenlucht aanvoeren óf gebruikte binnenlucht afvoeren. Een tafel- of plafondventilator verplaatst alleen lucht binnen het lokaal, maar zorgt niet voor de aan- of afvoer van lucht. Een plafondventilator zorgt wel voor een goede menging van de lucht en is vooral prettig omdat de verhoging van de luchtsnelheid in de ruimte verkoelend kan werken onder zomerse omstandigheden.

3 Binnenlucht en gezondheid

3.1 Inleiding

De kwaliteit van de binnenlucht heeft invloed op de gezondheid. De binnenluchtkwaliteit is afhankelijk van de bronnen binnen, van de ventilatie en van de buitenluchtkwaliteit.



Er is geen onderzoek naar relatie tussen gezondheid en al deze factoren tegelijk. Wel is er onderzoek naar de invloed van een paar factoren op de gezondheid.

In het onderzoek wordt het CO₂-gehalte vaak gehanteerd als indicator voor ventilatie en binnenluchtkwaliteit. De bijdrage van de buitenluchtkwaliteit is in leslokalen meestal gering in vergelijking met de CO₂-productie binnen en de sterkte van bronnen die gebonden zijn aan de aanwezigheid en activiteitsniveaus van mensen. Deze bronsterkte en de CO₂-productie in scholen zijn sterk aan elkaar gekoppeld. Daardoor zijn in lokalen de binnenluchtkwaliteit en de ventilatie ook sterk aan elkaar gerelateerd.

CO₂ is op zich pas een probleem bij concentraties van 5.000 tot 25.000 ppm.

Mensen ademen zuurstof (O₂) in dat in het lichaam wordt omgezet tot CO₂ dat op zijn beurt wordt uitgeademd. Wanneer de aanwezigheid van mensen de belangrijkste vervuilde bron is, dan is de CO₂-concentratie een goede maat voor ventilatie en voor de kwaliteit van de binnenlucht. Het blijft echter belangrijk om te letten op eventuele andere bronnen van verontreiniging. Is een dergelijke bron aanwezig, dan is de bepaling van de CO₂-concentratie niet geschikt als maat voor de kwaliteit van de binnenlucht. Ook al zou in dit geval de CO₂-concentratie laag zijn, dan zegt dit niets over de kwaliteit van de binnenlucht.

3.2 Gezondheidseffecten, binnenluchtkwaliteit en ventilatie

Gezondheidsklachten die in verband zijn gebracht met een slechte kwaliteit van het binnenmilieu zijn veelal algemeen van aard. Een slechte binnenmilieukwaliteit kan leiden tot klachten als *vermoeidheid, hoofdpijn, sufheid en slaperigheid* (Meyer et al., 2004). Ook *irritatie van ogen, neus en keel* treden vaak op (Daneault et al., 1992; Apte et al., 2000). De combinatie van klachten zoals hoofdpijn, vermoeidheid en irritatie van ogen, neus en keel wordt ook wel samengevat als "Sick Building Syndroom". Uit een review van Seppanen et al. (1999) blijkt dat dergelijke gebouwgerelateerde symptomen significant afnemen als de CO₂-concentratie tot beneden 800 ppm daalt of als de luchtstroom minder is dan 10 l/s per

persoon. Onder deze omstandigheden verbetert eveneens de ervaren binnenluchtkwaliteit significant.

Een ongunstige luchtkwaliteit levert een bijdrage aan stress. Dit kan gepaard gaan met *onrust, onoplettendheid en prikkelbaarheid*. Het leerproces is dan niet optimaal. Er zijn talrijke aanwijzingen voor een relatie tussen slechte ventilatie en concentratieverlies bij leerlingen en leerkrachten. Myrhvold et al. (1996) toonde een verband aan tussen de CO₂-concentratie en de leerprestaties van leerlingen: hoe hoger de concentratie, hoe slechter de prestaties. Een overzicht van de gegevens over de invloed op het leerproces is te vinden in het jeugdartsenblad JA! (najaar 2006, blz. 23-4) en op GGD Kennisnet (zoeknummer 35888).

Verder is de kans op het overdragen van een *infectieziekte* groter naarmate de ventilatie lager is. Uit modelberekeningen van Rudnick & Milton (2003) blijkt een toename van de kans op besmetting door micro-organismen bij toenemende CO₂-concentratie en afnemende ventilatie. Liu et al. (2000) heeft aangetoond dat het aantal micro-organismen in de binnenlucht van scholen evenredig is met het CO₂-gehalte. Fox et al. (2003) beschreven dat de aanwezigheid van leerlingen in lokalen bepalend is voor een aantal bacteriële markers van de binnenlucht. Het ventilatievoud was daarbij één van de belangrijkste voorspellers.

Een slecht geventileerde school bevat meer allergenen dan een goed geventileerde school. De allergenen, o.a. van katten, komen voor in gehalten die hoog genoeg zijn om astma uit te lokken en misschien zelf hoog genoeg om nieuwe gevallen van astma te veroorzaken (Munir, 1993). De hoeveelheid kattenallergeen kan in scholen hoger zijn dan in woningen zonder katten.

Een interventiestudie toonde een afname van astmaklachten bij leerlingen na het aanbrengen van nieuwe ventilatievoorzieningen in scholen zonder opvallende gezondheidsproblemen (Smedje, 2000). De luchtstroom nam toe van 1.3 tot 12.8 l/s per persoon en het gemiddelde CO₂-gehalte daalde van 1050 naar 780 ppm.

Al deze gezondheidsproblemen kunnen aanleiding zijn tot *ziekteverzuim*, zowel bij leerlingen als bij leerkrachten. Shendell et al. (2004) toonden een significante relatie aan tussen de hoogte van de CO₂-concentratie in een klaslokaal en het ziekteverzuim van leerlingen. Het gemiddelde verzuim was in de groep van de ongunstigste lokalen 7,5% en in de gunstigste lokalen 5%.

Bij kantoorpersoneel vonden Milton et al. (2000) meer ziekteverzuim in een ruimte met een luchtverversing van 12 l/s per persoon dan in een ruimte met luchtverversing van 24 l/s per persoon.

Naast gezondheidsklachten en infectieziekten kan een slechte binnenmilieukwaliteit ook aanleiding geven tot *geurhinder*. Uit onderzoek blijkt een relatie tussen de CO₂-concentratie en geurhinder (Potting, 1987; van Dongen & Steenbekkers, 1993).

Geurstoffen maken dat de lucht bedompt ruikt in een ruimte waar te weinig wordt geventileerd. Dit is vooral waarneembaar voor iemand die de ruimte voor het eerst binnenkomt. Voor de aanwezigen is de geur al gauw niet meer te ruiken doordat snel gewenning optreedt en de geurwaarneming uitdooft (Berglund et al., 1984). Toch heeft een overmaat aan geurstoffen een negatieve invloed op de aanwezigen, bijvoorbeeld door een bijdrage aan stress.

De menselijke geurstoffen zijn alleen met de neus waarneembaar. De geurstoffen zelf zijn lastig meetbaar. De productie van geurstoffen gaat samen met de kooldioxideproductie en is afhankelijk van de mate van activiteit.

3.3 Conclusie

Een slechte kwaliteit van de binnenlucht kan een negatieve invloed hebben op de gezondheid.

Gezondheidseffecten die kunnen ontstaan zijn:

- Gezondheidsklachten zoals:
 - Hoofdpijn, vermoeidheid en sufheid.
 - Slijmvliesirritatie van ogen en bovenste luchtwegen.
 - Astma en allergische reacties.
- Infectieziekten.
- Geurhinder.

Een slechte kwaliteit van het binnenmilieu kan, direct of indirect, ook van invloed zijn op de leerprestaties van leerlingen en aanleiding geven tot een verhoogd ziekteverzuim.

De gevolgen van een slecht binnenluchtkwaliteit zijn tamelijk specifiek: ze kunnen ook door andere oorzaken ontstaan. Als ze aanwezig zijn, is het dus moeilijk ze met zekerheid toe te schrijven aan een binnenmilieufactor. Er kan hoogstens een uitspraak worden gedaan dat bestaande klachten passen bij geconstateerde binnenmilieuproblemen.

4 Toetsingskader

4.1 Wet- en Regelgeving

In 2003 is een nieuw Bouwbesluit van kracht geworden. Sinds 2003 zijn enkele wijzigingen aangebracht, de laatste op 15 augustus 2006. De titel van deze wettelijke regeling is 'Bouwbesluit 2003' gebleven.

In de 'Regeling Bouwbesluit 2003' (VROM, sept. 2006) is de afstemming geregeld tussen het Bouwbesluit 2003 en o.a. NEN-normen⁴.

De volledige teksten staan op www.vrom.nl → wetten en regels → dossier bouwregelgeving.

De gemeentelijke afdeling bouw- en woningtoezicht is verantwoordelijk voor de vergunningverlening en de handhaving.

Nieuwbouw, bestaande bouw en rechtensverkregen niveau

In de bouwregelgeving wordt onderscheid gemaakt tussen *nieuwbouw* en *bestaande bouw*. De voorschriften voor nieuwbouw gelden tijdens de vergunningverlening en tijdens het bouwen. Na de oplevering gelden de voorschriften voor bestaande bouw als minimum niveau. Daarbovenop gelden alle eisen die van kracht waren tijdens het bouwen en de eigenschappen die vastgelegd zijn in de bouwvergunning. Dit is het *rechtens verkregen niveau*.

Voor een schoolgebouw (of het deel daarvan) waarvan de bouwvergunning verleend is na 1 januari 2003 gelden de eisen van het Bouwbesluit 2003. De eisen voor luchtverversing zijn sinds 2003 niet gewijzigd. Om deze reden wordt voor scholen, gebouwd vanaf 2003, verwezen naar het Bouwbesluit 2003, versie aug. 2006.

Voor een gebouw(deel) dat een vergunning heeft gekregen tussen 1992 en 2003 gelden de eisen voor toenmalige nieuwbouw (artikel 201 en 202; VROM, 1995).

Voor een gebouw van vóór oktober 1992 gelden de eisen voor toenmalige bestaande bouw (artikel 311 en 312; VROM, 1992), eventueel aangevuld met eisen uit de gemeentelijke bouwverordening die van kracht was ten tijde van de vergunningverlening. De meeste gemeenten hadden een bouwverordening die letterlijk hetzelfde was als de *Modelbouwverordening* die opgesteld was door de VNG. Die verordening gaf voorschriften voor ventilatie van schoolgebouwen waarbij verwezen werd naar NEN 1089.

Voor de luchtverversing betekent dit in de praktijk dat de beoogde ventilatiecapaciteit op grond van beide bouwbesluiten sinds 1992 niet wezenlijk verschillend is. Dit geldt ook voor een school die vóór 1992 is gebouwd waarbij volgens de gemeentelijke bouwverordening de NEN 1089 van toepassing was.

⁴ Er zijn ook NEN-normen waarnaar niet wordt verwezen in het Bouwbesluit en in andere wettelijke regelgeving. Dergelijke NEN-normen hebben geen wettelijke status, maar zijn particuliere afspraken tussen belanghebbenden.

Naast de bouwkundige eisen kunnen voorschriften voor schoolgebouwen gelden op grond van de gebruiksvoorschriften in de gemeentelijke bouwverordening. Hierin is bijvoorbeeld bepaald dat de in de vergunning opgegeven bezettingsgraad niet mag worden overschreden (zie onderstaande voorschriften voor luchtverversing bij nieuwbouw). Dit is een gemeentelijke verantwoordelijkheid. In een brief aan de Tweede Kamer hebben ministers daarover een algemene uitspraak gedaan (zie kader).

Antwoord op schriftelijke vragen d.d. 6-2-2006 van de Tweede Kamer.

Het is, overeenkomstig artikel 8 van de Woningwet, aan de gemeente om te beoordelen of het noodzakelijk is om eisen te stellen aan het maximale aantal leerlingen dat bij een bepaalde ventilatie is toegelaten. Ontstaat er, bijvoorbeeld vanwege een gebrekkige ventilatiecapaciteit, een voor de gezondheid schadelijke situatie dan kan de gemeente ook overgaan tot aanschrijving of een gebruiksbeperking opleggen (minder kinderen in de klas).

Bouwbesluit 2003

In het Bouwbesluit 2003 (VROM, aug. 2006) zijn in hoofdstuk 3 'Voorschriften uit het oogpunt van gezondheid' voorschriften opgenomen voor luchtverversing waaronder voor gebouwen met onderwijsfunctie⁵. In hoofdstuk 3.10 zijn voorschriften opgenomen voor luchtverversing van verblijfsgebieden, verblijfsruimten, toiletruimten en badruimten en in hoofdstuk 3.12 voor overige ruimten (meterruimte, liftkooi, liftschaft, ruimte voor afval en gang). Beide hoofdstukken gaan zowel in op nieuwbouw als bestaande bouw. In bijlage 2 is de relevante tekst van hoofdstuk 3.10 opgenomen.

In het Bouwbesluit 2003 wordt onderscheid gemaakt tussen verblijfsgebieden en verblijfsruimten. De officiële, maar ingewikkelde, definities staan in hoofdstuk 9. Het komt er op neer dat onder een verblijfsgebied wordt verstaan alle ruimten op één etage, met uitzondering van toilet, badkamer, technische ruimte en gangen. Een verblijfsruimte is een klas- of gymnastieklokaal of andere ruimte waar een activiteit plaatsvindt die past bij een school. Zo wordt een keuken een verblijfsruimte met een opstelplaats voor een kooktoestel genoemd.

In het Bouwbesluit 2003 (VROM, aug. 2006) zijn in hoofdstuk 1, artikel 1.13, voorschriften opgenomen ten aanzien van *niet-permanente bouwwerken*. Voor nieuwbouw geldt dat in principe moet worden voldaan aan de voorschriften voor nieuwbouw en indien deze niet beschikbaar zijn, dan aan voorschriften voor bestaande bouw. Een bestaand of verplaatst niet-permanent bouwwerk moet voldoen aan de voorschriften voor bestaande bouw.

Het Bouwbesluit 2003 stelt slechts prestatie-eisen aan het gebouw. Voor ventilatie betekent dit dat de theoretische capaciteit van de voorzieningen is voorgeschreven en niet de middelen om die capaciteit te halen. Ook is niet vastgelegd welk deel van die capaciteit

⁵ Kinderopvang valt niet onder onderwijsfunctie maar onder bijeenkomstfunctie. Hiervoor gelden andere eisen, vooral m.b.t. de ventilatiecapaciteit.

gebruikt moet worden, en evenmin welke luchtstroom of luchtkwaliteit daarmee gerealiseerd moet worden.

Bouwbesluit 2003 - Nieuwbouw

De voorschriften voor luchtverversing bij *nieuwbouw* van verblijfsgebieden, verblijfsruimten, toiletruimten en badruimten komen neer op het volgende.

- Voorschrift m.b.t. *aanwezigheid* voorziening (art. 3.47)
Zowel verblijfsgebieden, verblijfsruimten, toiletruimten als badruimtes hebben een voorziening voor toevoer van verse lucht en afvoer van binnenlucht.
- Voorschrift m.b.t. *capaciteit* (artikel 3.48). (N.B.: voor zowel toe- als afvoer!)
 - Voor een verblijfsgebied resp. een verblijfsruimte (o.a. lokaal) is de capaciteit afhankelijk van de bezettingsgraad. De bezettingsgraad is aangegeven in de bouwvergunning en is gebaseerd op de hoogste bezetting die wordt verwacht. In de gebruiksvoorschriften van de gemeentelijke bouwverordening is bepaald dat het opgegeven aantal niet mag worden overschreden. Bij meerdere gebruiksfuncties geldt de zwaarste eis (zie nota van toelichting Bouwbesluit 2003 op www.vrom.nl).
 - Voor lokalen is het voorschrift tenminste :
 - 7 dm³/sec/m² bij een bezettingsgraad van 0,8 - 2 m² vloeropp. per persoon.
 - 2,8 dm³/sec/m² bij een bezettingsgraad van 2 – 5 m² vloeropp. per persoon.
 - 1,1 dm³/sec/m² bij een bezettingsgraad van 5 - 12 m² vloeropp. per persoon.
 - Bij alle bezettingsgraden geldt een minimum van 7 dm³/sec.
 - Voor een verblijfsgebied met kooktoestel of een warmwatertoestel (< 15 kW) is 21 dm³/s.
 - Voor een toiletruimte is 7 dm³/s.
 - Voor een badruimte, eventueel in combinatie met een toiletruimte, is 14 dm³/s
 - Voor alle ruimten een ondergrens van 7 dm³/sec om te waarborgen dat ook in kleine ruimten voldoende ventilatie aanwezig is (zie nota van toelichting).
- Voorschrift m.b.t. *thermisch comfort* (art. 3.49)
De lichtsnelheid in een verblijfsgebied mag op leefniveau niet groter zijn dan 0,2 m/s. Hierdoor wordt tocht tot een minimum beperkt.
- Voorschrift m.b.t. *regelbaarheid* (art. 3.50)
De toevoer van verse lucht is regelbaar met tenminste drie standen, waarbij de nulstand maximaal 10% van de capaciteit bedraagt. De toevoer mag afsluitbaar zijn.
- Voorschrift m.b.t. *stromingsrichting* (art. 3.51)
Voorschriften waardoor de richting van de luchtstroom wordt bepaald, zodat bijvoorbeeld een afvoervoorziening niet als toevoer gaat werken.
- Voorschrift m.b.t. *plaats van instroom/uitstroom* (art. 3.52)
De instroomopening van verse lucht en de uitmonding van de afvoer van binnenlucht zijn zodanig geplaatst dat door het gebouw afgevoerde rook en binnenlucht niet weer het gebouw wordt 'ingezogen'.

- Voorschrift m.b.t. *luchtkwaliteit* (art. 3.53)
De toevoer van verse lucht naar een verblijfsgebied vindt rechtstreeks van buiten plaats.
De afvoer van binnenlucht uit een verblijfsgebied, een verblijfsruimte met kooktoestel, een toiletruimte of een badruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Om na te gaan of een voorziening voor luchtverversing aan de gestelde eisen voldoet, gelden de bepalingsmethoden uit de NEN 1087 (NNI, 2001). In de NEN 1087 zijn bepalingsmethoden opgenomen voor:

- ventilatiecapaciteit
- regelbaarheid van ventilatiecomponenten
- thermisch comfort
- stromingsrichting
- verdunningsfactor, i.v.m. plaats instroom/uitstroom

In het Bouwbesluit 2003 zijn voor scholen geen voorschriften opgenomen voor spuivoorzieningen.

Een aanvullende eis op grond van NEN 1087 (NNI, 2001) is:

- Ventilatievoorzieningen zitten tenminste 1.80 meter boven de vloer.

Bouwbesluit 2003 - Bestaande bouw

De voorschriften voor bestaande bouw gelden als een minimum voor zaken waarvoor geen strengere eisen gelden. Strengere eisen aan het gebouw(deel) kunnen van kracht zijn door het rechtens verkregen niveau. Het rechtens verkregen niveau is afhankelijk van de voorschriften voor nieuwbouw die van kracht waren tijdens het verlenen van de bouwvergunning.

Anders dan voor nieuwbouw zijn er voor bestaande bouw in het Bouwbesluit geen eisen gesteld aan de inrichting van de ventilatievoorziening, d.w.z. de wijze waarop de luchtverversing plaatsvindt, maar alleen aan de capaciteit. Bij bestaande bouw mogen naden en kieren ook als ventilatievoorziening worden aangemerkt (zie nota van toelichting). Andere belangrijke verschillen zijn dat voor bestaande bouw geen voorschriften zijn opgenomen voor luchtverversing van verblijfsgebieden en dat de minimaal vereiste capaciteit voor luchtverversing niet afhankelijk is van de bezettingsgraad. Ook is geen voorschrift opgenomen aan luchtsnelheid ter voorkoming van tocht, aan regelbaarheid, aan stromingsrichting en aan de plaats van instroom resp. uitstroom.

De voorschriften voor luchtverversing bij *bestaande bouw* van verblijfsruimten, toiletruimten en badruimtes komen neer op het volgende.

- Voorschrift m.b.t. *aanwezigheid van voorziening* (art. 3.55)
Zowel verblijfsruimten, toiletruimten als badruimten hebben een voorziening voor toevoer van verse lucht en afvoer van binnenlucht.
- Voorschrift m.b.t. *capaciteit* (artikel 3.56)
 - Voor een verblijfsruimte is $1,1 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$.
 - Om te waarborgen dat ook in kleine ruimten voldoende ventilatie aanwezig is, is als ondergrens een capaciteit van $7 \text{ dm}^3/\text{sec}$ voorgeschreven (zie nota van toelichting).
 - Voor een verblijfsruimte met kooktoestel of een warmwatertoestel ($< 15 \text{ kW}$) is $21 \text{ dm}^3/\text{s}$.
 - Voor een toiletruimte is $7 \text{ dm}^3/\text{s}$.
 - Voor een badruimte, eventueel in combinatie met een toiletruimte, is $14 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- Voorschrift m.b.t. *luchtkwaliteit* (art. 3.59)
De afvoer van binnenlucht uit een verblijfsruimte met kooktoestel, een toiletruimte of een badruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Om na te gaan of een voorziening voor luchtverversing aan de gestelde eisen voldoet, gelden de bepalingsmethoden uit de NEN 8087 (NNI, 2001).

Bouwbesluit 1992 – toenmalige nieuwbouw

Voor scholen die tussen 1 oktober 1992 en 1 januari 2003 gebouwd zijn of waarbij in die periode een ingrijpende renovatie aan één of meer van de gevels heeft plaatsgevonden, zijn t.a.v. luchtverversing artikel 201 en 202 uit het toenmalige Bouwbesluit van toepassing (VROM, 1995).

In het Bouwbesluit 1992 (VROM, 1992) wordt als volgt onderscheid gemaakt tussen verblijfsruimten en verblijfsgebieden.

Verblijfsgebied is een besloten ruimte, bestaande uit één of meer met elkaar in verbinding staande, op dezelfde bouwlaag gelegen verblijfsruimten en andere afzonderlijke ruimten, anders dan een toilet- of badruimte, technische ruimte of gemeenschappelijke verkeersruimte.

Verblijfsruimte is een besloten ruimte, bestemd voor het verblijven van mensen.

Lesruimten vallen onder verblijfsruimten.

De belangrijkste eisen voor een verblijfsgebied, een verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte zijn:

- De aanwezigheid van een voorziening voor de toevoer van verse lucht en de afvoer van binnenlucht.
- De toevoer van verse lucht naar een verblijfsgebied moet rechtstreeks van buiten plaatsvinden.

- De afvoer van binnenlucht voor een kooktoestel, een toiletruimte of een badruimte moet rechtstreeks naar buiten plaatsvinden.
- Een minimale afstand van de ventilatievoorzieningen van 2 m ten opzichte van de perceelsgrens. Bij begrenzing aan openbare weg, openbaar water of openbaar groen gelden andere regels.
- De vereiste *ventilatiecapaciteit* voor een verblijfsgebied resp. een verblijfsruimte (o.a. lokaal) is afhankelijk van de bezettingsgraad.

Het voorschrift voor toevoer van verse lucht en afvoer van binnenlucht is voor:

- lokalen:
 - bij een bezettingsgraad van $\leq 1,3$ m² vloeropp. per persoon: 7 dm³/sec/m²
 - bij een bezettingsgraad van 1,3–3,3 m² vloeropp. per persoon: 2,8 m³/sec/m²
 - bij een bezettingsgraad van 3,3 - 8 m² vloeropp. per persoon: 1,1 dm³/sec/m²
- een verblijfsgebied of –ruimte met kooktoestel 21 dm³/s.
- een toiletruimte 7 dm³/s.
- een badruimte 14 dm³/s.

Om na te gaan of een voorziening voor luchtverversing aan de gestelde eisen voldoet, gelden de bepalingsmethoden uit de NEN 1087 (NNI, 2001).

In het Bouwbesluit 1992 staan geen eisen ten aanzien van spuiventilatie.

In het Bouwbesluit 1992 worden, evenals in het Bouwbesluit 2003, prestatie-eisen gesteld aan de ventilatiecapaciteit. Voor ventilatie betekent dit dat de theoretische capaciteit van de voorzieningen is voorgeschreven en niet de middelen om die capaciteit te halen. Ook is niet vastgelegd welk deel van die capaciteit gebruikt moet worden en evenmin welke luchtstroom of luchtkwaliteit gerealiseerd moet worden.

Het uitgangspunt van de ventilatiecapaciteit voor de toevoer in lesruimten is 5,5 dm³ verse lucht per seconde per leerling (NEN 1089, blz. 3). Deze eis is gebaseerd op een CO₂-grenswaarde van 0,12% (1200 ppm). In het Bouwbesluit en in NEN 1087 (2001) wordt dit uitgangspunt echter niet meer vermeld. Hij staat wel vermeld in het rapport 'Bouwbesluit; Grenswaarden ventilatie' (de Gids & Scholten, 1995) dat als basis dient voor de capaciteitsbepaling.

Voor zowel bestaande als voor nieuwe situaties geldt dat in het Bouwbesluit extra eisen zijn gesteld aan de ventilatievoorzieningen op locaties waar het *geluidniveau* aan de buitenkant van het gebouw hoger is dan 55 dB(A). Het komt erop neer dat daar ventilatie moet plaatsvinden via geluidwerende voorzieningen (suskasten) of zonder openingen in de gevel, bijvoorbeeld door middel van gebalanceerde ventilatie.

Scholen gebouwd voor oktober 1992

Deze scholen moeten voldoen aan de eisen in de gemeentelijke bouwverordening zoals die op het moment van de bouw van de school van toepassing was. In de meeste gemeenten gold een bouwverordening die identiek was aan de modelbouwverordening van de VNG. De modelbouwverordening verwees vanaf 1986 voor ventilatievoorschriften naar een norm, NEN 1089 met uitwerking in NPR 1090.

Het uitgangspunt van NEN 1089 is: een toevoer in lesruimten van 5,5 dm³ verse lucht per seconde per leerling (NEN 1089, blz. 3). Deze eis is gebaseerd op een CO₂-grenswaarde van 0,12% (1200 ppm).

Let op: NEN 1089 en NPR 1090 zijn alleen van toepassing indien tijdens de vergunningverlening voor de school hiernaar in de gemeentelijke bouwverordening werd verwezen. Ter bescherming van de gezondheid is het redelijk om de ventilatievoorzieningen van alle scholen die voor 1992 gebouwd zijn, te vergelijken met de eisen zoals die in NEN 1089 gesteld zijn. Houdt er echter bij de formulering van aanbevelingen rekening mee of deze norm formeel van toepassing is of niet.

Aanvullende eisen in NEN 1089 zijn:

- Bij natuurlijke ventilatie dient de vereiste volumestroom gerealiseerd te worden bij:
 - een windsnelheid van 2 m/s (vrijwel windstil);
 - een temperatuurverschil van ten hoogste 10 K (=10 °C).
- Mogelijkheden om de ventilatie te regelen, dat wil zeggen een hoog/laagregeling voor mechanische ventilatie en een traploze regeling voor ventilatieopeningen.
- Voor inpandige ruimten en voor ruimten waarin de vereiste volumestroom niet of niet zonder tochtthinder kan worden gerealiseerd, dient mechanische ventilatie te worden toegepast.
- Ventilatievoorzieningen zitten tenminste 2,4 meter boven de vloer.

4.2 Gezondheidskundige toetswaarden

Om te kunnen beoordelen of de ventilatie ook werkelijk adequaat is, kan ook de CO₂-concentratie worden beoordeeld. Vaak wordt een concentratie van meer dan 1200 ppm als te hoog beschouwd, maar deze waarde heeft geen wettelijke status en is slechts gekozen voor het beperken van een bedompte geur.

In 2006 is een LCM standpunt gepubliceerd (LCM, 2006) met nieuwe gezondheidskundige toetswaarden die berusten op een beoordeling van recente wetenschappelijke literatuur en een aantal andere uitgangspunten (Duijm, 2006; bijlage 3). Deze uitgangspunten zijn als volgt:

- De toetswaarden dienen aan te sluiten bij de systematiek van de NEN 13779.
- De in de norm NEN 13779 genoemde toetswaarden van 6, 10 en 15 liter/seconde per persoon worden voor scholen en kindercentra aangevuld met een toetsingswaarde van 25 l/s per persoon, om toe te passen als streefwaarde voor nieuwbouw. 25 l/s per persoon is gelijk aan 90 m³/uur per persoon. Dit komt in de praktijk

overeen met een CO₂-gehalte dat binnen minder dan 250 ppm (parts per million) hoger is dan buiten.

- Als de CO₂-gehalten buiten onbekend zijn, wordt uitgegaan van een gehalte van 400 ppm. De gehalten buiten kunnen variëren tussen 350 en 500 ppm, afhankelijk van plaats en tijd.
- Van de meetwaarden geldt de 98-percentiel zodat de 2% hoogste waarden niet meetellen bij de beoordeling, omdat de hoogste CO₂-meetwaarden vaak berusten op een verstoring van de meting en omdat een zeer kort durende piek geen extra risico vormt.

Tabel gezondheidskundige toetswaarden voor ventilatie in scholen en kindercentra

ventilatieklasse	? CO ₂ -gehalte, 98-percentiel (binnen-buiten)	CO ₂ -gehalte, 98-percentiel (incl. achtergrondconc.)*
	ppm	ppm
0. zeer goed	< 250	< 650
I. goed	250 – 400	650 – 800
II. matig	400 – 600	800 – 1000
III. onvoldoende	600 – 1000	1000 – 1400
IV. slecht	> 1000	> 1400

* Als achtergrondconcentratie wordt 400 ppm aangehouden

4.3 Verband tussen de gemeten CO₂-concentratie en de luchtverversing

Uit de gemeten CO₂-concentratie kan met behulp van onderstaande tabel de luchtverversing tijdens de meting worden geschat. Deze kan vergeleken worden met de eisen die in het Bouwbesluit worden gesteld. De meting moet eigenlijk wel plaatsvinden tijdens een evenwicht na een lange periode van gelijkblijvende CO₂-productie en gelijkblijvende luchtverversing. Bij het opsporen van knelpunten is het van belang hoe hoog het CO₂-gehalte oploopt. Hieruit is te berekenen wat de minimale feitelijke luchtverversing is.

Tabel: Verband tussen gemeten [CO₂] en ventilatie per persoon in een klaslokaal

? CO ₂ -gehalte (P 98) (binnen-buiten)	CO ₂ -gehalte (P 98) (incl. achtergrondconc.)*	Verse luchtstroom per persoon	
ppm	ppm	liter per sec.	m ³ per uur
< 250	< 650	> 25	> 90
250 – 400	650 – 800	15 – 25	54 – 90
400 – 600	800 – 1000	10 – 15	36 – 54
600 – 1000	1000 – 1400	6 – 10	22 – 36
> 1000	> 1400	< 6	< 22

* Als achtergrondconcentratie wordt 400 ppm aangehouden.

De luchtverversing is berekend door extrapolatie vanuit een geringere luchtverversing. De lage CO₂-gehalten zijn ook te realiseren door een veel kleinere luchtverversing dan hier vermeld is, mits er een efficiënte ventilatie bestaat.

Het verband tussen gemeten CO₂-gehalte en luchtstroom is van veel factoren afhankelijk. In de tabel is uitgegaan van de gegevens van NEN 13379. Die is gebaseerd op een evenwichtstoestand met gelijkmatige menging van uitademinglucht in de lucht van het hele lokaal. Het CO₂-gehalte hangt dan af van de verhouding van CO₂-productie en luchtverversing. De formule staat in Duijm (2006, blz. 6 en 7), evenals een tabel waarin te zien is hoe zwak het verband in de praktijk is tussen gemeten CO₂ en gemeten luchtstroom.

De geschatte luchtverversing kan vergeleken worden met de voorgeschreven luchtverversing (zie § 4.1).

- Afhankelijk van het bouwjaar of de renovatie van een school kan de wettelijk vereiste ventilatiecapaciteit worden vastgesteld. Deze is meestal afhankelijk van de bezettingsgraad.
- Op grond van de gegevens over de werkelijke bezettingsgraad en het vloeroppervlak wordt bepaald wat de vereiste ventilatiecapaciteit per persoon is.

Voorbeeld: Volgens het Bouwbesluit 2003 is bij de hoogste bezettingsgraad ($B1 = > 0,8 - = 2 \text{ m}^2 \text{ pp}$) de vereiste ventilatiecapaciteit $7 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Bij een leslokaal met als oppervlak 50 m^2 betekent dat een ventilatiecapaciteit van $350 \text{ dm}^3/\text{s}$ ofwel $1260 \text{ m}^3/\text{h}$. Indien er 25 leerlingen aanwezig zijn is dat $50,4 \text{ m}^3/\text{h pp}$, bij 30 leerlingen $42 \text{ m}^3/\text{h pp}$.

5 Advisering door de GGD

Hoofdstuk 5 behandelt de advisering door de GGD aan scholen en/of gemeenten. Hoofdstuk 5.1 behandelt de aanpak van de GGD. In Hoofdstuk 5.2 wordt ingegaan op aandachtspunten bij de melding van gezondheidsklachten van leerlingen. In hoofdstuk 5.3 wordt ingegaan op de mogelijkheden van onderzoek naar binnenluchtkwaliteit en ventilatie.

5.1 Aanpak

Reactieve of proactieve advisering

De GGD kan zowel reactief als proactief adviseren over de binnenluchtkwaliteit en ventilatie op scholen. Reactief kan een GGD betrokken zijn na een melding door ouders, schoolbestuur of gemeente over gezondheidsklachten bij leerlingen. De GGD kan ook proactief adviseren door aan het schoolbestuur een onderzoek voor te stellen. Dit onderzoek kan éénmalig zijn of onderdeel uitmaken van een terugkerende inspectie en kan zich zowel beperken tot de binnenluchtkwaliteit als richten op een breder onderzoek naar de gezondheidsgerelateerde omstandigheden in een school.

Het GGD-advies is primair gericht aan het schoolbestuur. Het schoolbestuur is verantwoordelijk voor de binnenmilieukwaliteit van scholen (schriftelijk bericht van informatiecentrum VNG, 7-12-2006). De eigenaar is verantwoordelijk voor de buitenkant van het schoolgebouw, inclusief de daartoe behorende ventilatievoorzieningen. In het voorgezet onderwijs en het bijzonder onderwijs is dit vaak het schoolbestuur. In het openbaar basisonderwijs is in veel gevallen de gemeente eigenaar van de schoolgebouwen. De GGD informeert op grond van haar WCPV-taak zonedig ook de gemeente (B&W). Dit is vooral van belang als het welzijn van schoolkinderen in het geding is of als de school (mogelijk) niet voldoet aan de (rechtensverkregen) ventilatie-eisen.

Voordat wordt overgegaan tot onderzoek en advisering kan het nuttig zijn om contact op te nemen met gemeentelijke afdelingen. Zo kan de afdeling onderwijs gevraagd worden naar historische gegevens en naar gezondheidsklachten in het verleden. De afdeling bouw- en woningtoezicht kan gevraagd worden naar de bouwvergunning en de eisen die gesteld zijn ten aanzien van ventilatiecapaciteit op grond van de toenmalige wetgeving en de gebruiksvoorschriften in de gemeentelijke bouwvergunning. Contact met de afdeling bouw- en woningtoezicht is tevens van belang omdat deze afdeling verantwoordelijk is voor de handhaving van de eisen uit het Bouwbesluit.

5.2 Gezondheidsklachten van de leerlingen

Gezondheidsklachten van leerlingen (en leerkrachten) worden vaak in verband gebracht met de kwaliteit van het binnenmilieu op school. Ook als slechts één of enkele personen klachten aangeven, kan dit een signaal zijn dat er iets mis is met het binnenmilieu. Het

klachtenpatroon kan een aanwijzing geven wat er aan de hand is. Daarom is het van belang na te gaan wie, waar en wanneer klachten heeft. Het is raadzaam om op grond van een eerste klachteninventarisatie na te gaan of een relatie met een slechte binnenmilieukwaliteit aannemelijk is en of dit door onvoldoende ventilatie kan worden veroorzaakt of door een ander gebouw -gerelateerd probleem. Als blijkt dat de klachten niet verklaard kunnen worden door onvoldoende ventilatie kan nader onderzoek worden geadviseerd naar andere mogelijke bronnen, zoals verontreiniging in en rond de school. Zoals in de probleemomschrijving al vermeld, wordt hierop in deze richtlijn niet ingegaan.

Soms wordt door de betrokkenen ook gevraagd om na te gaan of het percentage personen met klachten hoog is. Als eenmaal het binnenmilieu verdacht wordt als oorzaak van gezondheidsklachten, heeft het weinig zin na te gaan wat de frequentie van die klachten precies is. Zeker in een conflictsituatie levert het tellen van het aantal klachten weinig informatie op. Bovendien is het lastig of onmogelijk om aan referentiewaarden te komen om het percentage klachten te vergelijken. In dit geval is het aan te bevelen om onderzoek uit te voeren. Het inventariseren van klachten kan wel leiden tot het specificeren van de soort klachten en de plaats waar ze precies optreden. De informatie kan tevens gebruikt worden bij het beoordelen van de resultaten van genomen maatregelen.

5.3 Onderzoek naar ventilatie

Onderzoek naar ventilatie kan gericht zijn op het beantwoorden van verschillende vragen.

1. Zijn er voldoende ventilatievoorzieningen?
2. Zijn de ventilatievoorzieningen goed bruikbaar?
3. Worden de ventilatievoorzieningen goed gebruikt?
4. Is de binnenluchtkwaliteit in orde (wat is de CO₂-concentratie)?
5. Wat is de ventilatiecapaciteit of het ventilatievoud

De eerste drie vragen worden onderzocht met inspectie, de vragen 4 en 5 met metingen.

De aanpak van het onderzoek is afhankelijk van de primaire vraag.

- Onderzoek naar ventilatievoorzieningen, de vragen 1, 2 en 3, komen in aanmerking indien:
 - de GGD éénmalige of regulier onderzoek doet naar de ventilatievoorzieningen.
 - de GGD onderzoek doet naar ventilatievoorzieningen als mogelijke oorzaak van een reeds geconstateerde onvoldoende luchtkwaliteit.
- Onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit (vraag 4) komt als eerste in aanmerking indien:
 - de GGD om advies wordt gevraagd vanwege de melding van gezondheidsklachten die mogelijk in relatie staan met een slechte luchtkwaliteit.
 - de GGD éénmalig of regulier onderzoek doet naar de binnenluchtkwaliteit van scholen. Indien blijkt dat de luchtkwaliteit onvoldoende is dan kan de oorzaak daarvan naar voren komen door het beantwoorden van de vragen 1, 2 en 3.

- Onderzoek naar ventilatiecapaciteit of ventilatievoud (vraag 5) komt meestal pas in beeld indien:
 - uit het onderzoek blijkt dat sprake is van een slechte binnenluchtkwaliteit en deze niet (grotendeels) verklaard kan worden door onvoldoende ventilatievoorzieningen of de bruikbaarheid en het gebruik ervan. Omdat onderzoek naar ventilatiecapaciteit specialistische kennis vereist en bouw- en woningtoezicht verantwoordelijk is voor de handhaving, wordt dit onderzoek en de toetsing meestal aan deze afdeling overgelaten.

In sommige situaties is er geen voorkeur aan te geven en kan zowel gestart worden met een inspectie van de ventilatievoorzieningen (vragen 1, 2 en 3) als met een meting van de binnenluchtkwaliteit (vraag 4). Indien gestart wordt met inspectie, kan op grond daarvan worden besloten of een binnenluchtmeting noodzakelijk is. Indien gestart wordt met een binnenluchtmeting kan inspectie worden beperkt tot situaties waarin sprake is van een slechte binnenluchtkwaliteit.

Binnenluchtmetingen kunnen overbodig zijn als de voorzieningen niet voldoen aan de criteria. Een goede ventilatie is dan niet te verwachten. Omgekeerd zijn goed gebruikte voorzieningen die wel voldoen aan de criteria geen garantie voor een goede ventilatie. Metingen kunnen dan informatie geven over de werking van de voorzieningen. In onderstaande wordt het onderzoek toegespitst op schoollokalen.

5.3.1 Inspectie

Bij inspectie kunnen zintuiglijk waarneembare verschijnselen van een slechte ventilatie worden vastgesteld en worden de ventilatievoorzieningen visueel beoordeeld.

Inspectie van verschijnselen van een slechte ventilatie

Bij inspectie van een schoollokaal wordt gelet op de volgende verschijnselen:

- Een muffe/bedompte geur.
- Condens op de ruiten.
- Vochtplekken of schimmel op vloeren, wanden of plafonds.

Schimmelgroei kan ook door lekkage worden veroorzaakt, maar indien daarvan geen sprake is dan is de aanwezigheid van één of meer van deze verschijnselen een indicatie voor een slechte ventilatie. Het geeft echter geen inzicht in de oorzaak. Er kunnen namelijk zowel bouwtechnische oorzaken aan ten grondslag liggen, bijvoorbeeld koudebruggen, als onvoldoende ventilatie.

Inspectie van de ventilatievoorzieningen

Bij visuele inspectie van de ventilatievoorzieningen wordt onderscheid gemaakt tussen de aanwezigheid van voldoende ventilatievoorzieningen en de bruikbaarheid resp. het gebruik ervan. In bijlage 4 is een voorbeeld van een vragenlijst opgenomen.

Aanwezigheid van voldoende ventilatievoorzieningen

Bij visuele inspectie is het lastig om te beoordelen of wordt voldaan aan de wettelijke ventilatie-eisen. De eisen waaraan moet worden voldaan zijn afhankelijk van het bouwjaar of jaar van renovatie (zie hoofdstuk 4). De afdeling Bouw - en woningtoezicht is op de hoogte van deze eisen. Vraag daarbij ook naar de afspraken over de bezettingsgraad van de klaslokalen. Ook voor de interpretatie van de inspectiegegevens en een eventueel vervolgtraject (zie § 5.2.2) is overleg met de afdeling Bouw - en woningtoezicht nuttig. In onderstaande is een lijst opgenomen van gegevens die tijdens de inspectie kunnen worden verkregen en waaraan achteraf kan worden getoetst.

Beknopte lijst voor beoordeling van de aanwezigheid van voldoende ventilatievoorzieningen

- Wat is de bezettingsgraad van het leslokaal (aantal leerlingen per vloeroppervlak)?
- Welk ventilatiesysteem wordt toegepast (natuurlijke of mechanische toe- en/of afvoer)?
- Waar zit de toevoer en waar de afvoer?
- Wat zijn de mogelijkheden voor het regelen van de ventilatiemogelijkheden?
- Kan er continu worden geventileerd, ook 's nachts en tijdens het weekend?
- Wat is de afstand van de ventilatievoorziening t.o.v. de perceelsgrens?
- Bij natuurlijke ventilatie:
 - In welke gevel(s) zijn roosters/ramen aanwezig
 - Wat is de grootte van de ramen *
 - Op welke hoogte zijn de ramen/roosters geplaatst?
- Bij mechanische ventilatie:
 - Is er een meetrapport beschikbaar van minder dan één jaar oud?

*In bijlage 5 is een berekening opgenomen waarmee op grond van de vereiste ventilatiecapaciteit uit het Bouwbesluit de vereiste grootte van de ramen kan worden berekend.

Bruikbaarheid van de ventilatievoorzieningen

Zowel natuurlijke ventilatie als een mechanisch ventilatiesysteem hebben ieder hun eigen beperkingen. De belangrijkste beperkingen worden hieronder genoemd.

Natuurlijke ventilatie

- Deze is afhankelijk van weersomstandigheden. Om tocht te voorkomen moet de stand van de ventilatievoorzieningen steeds worden aangepast. Dit stelt hoge eisen aan de dagelijkse bruikbaarheid van de voorzieningen.
Goed bruikbaar betekent: bedieningsmechanisme snel, licht en bereikbaar (staande op de grond) en voorziening goed regelbaar (in meerdere tussenstanden te zetten, bij voorkeur "traploos regelbaar"). Lastige bediening is matig bruikbaar, evenals een voorziening die belemmerd wordt door zonwering, gordijnen of andere voorwerpen. Slecht bruikbaar is een bediening die buiten bereik zit of een voorziening die slechts in een paar standen kan staan.
- Het al of niet gebruiken van de voorzieningen en het ontstaan van tocht hangen eveneens af van de hoogte waarop de voorzieningen zich bevinden. Openingen naar buiten lager dan 1.80 m boven de vloer zijn matig bruikbaar bij slecht weer, tenzij de tafels op geruime afstand van de voorziening staan.

- De voorzieningen voor natuurlijke ventilatie kunnen gevoelig zijn voor vandalisme, insluiping of inbraak. Dit heeft vaak invloed op het ventilatiegedrag, vooral buiten schooltijden. Ventilatie dient namelijk ook buiten schooluren te worden gecontinueerd. Ventilatie buiten schooluren is nodig om geleidelijk vrijkomende stoffen uit materialen af te voeren.
- Om de ventilatiecapaciteit van roosters optimaal te kunnen gebruiken, dienen zij schoon te zijn. Een vies rooster verontreinigt bovendien de toegevoerde lucht. De roosters dienen (geschikt te zijn om) regelmatig, maar in ieder geval één keer per jaar, te worden schoongemaakt.
- Bij een natuurlijk ventilatiesysteem kan zoveel omgevingslawaai binnenkomen, dat men de voorzieningen minder kan gebruiken dan wenselijk is.

Mechanische ventilatie

- Mechanische ventilatie of de mechanische component van een ventilatiesysteem is vrijwel onafhankelijk van de weersomstandigheden, maar is veel gevoeliger voor de staat van onderhoud, zowel technisch als hygiënisch.
Indien de ventilator en de kanalen niet goed worden onderhouden en gereinigd, kan de ventilatiecapaciteit in 2 à 3 jaar wel tot 30% afnemen (persoonlijke mededeling W. de Gids, TNO). Bij twijfel aan de werking of de reinheid van een mechanisch ventilatiesysteem kan een vraag aan Bouw - en Woningtoezicht worden voorgelegd, bijvoorbeeld voor een nader onderzoek. Als het om een installatiefout gaat, kan ook de fabrikant een rol spelen bij de beoordeling. Eventueel kan het Nederlands Verbond van Reinigingsspecialisten van Luchtbehandelingsystemen (NVRL) worden ingeschakeld.
- Bij de installatie hoort een schoonmaakplanning en -logboek.
De afvoerpunten moeten minimaal één keer per jaar worden schoongemaakt. Filters bij de ventilator van een gebalanceerde ventilatie moeten soms wel elke maand worden gereinigd of vervangen, of zelfs vaker als ze binnen één maand al zichtbaar vies worden. De kanalen moeten regelmatig (minstens 1x per jaar) worden geïnspecteerd of reiniging noodzakelijk is in verband met verontreiniging en dichtslibben, maar ze dienen in ieder geval 1x per 10 jaar te worden gereinigd.
- Bij de installatie hoort een onderhoudsschema en een logboek met rapportages.
Ventilatoren hebben een beperkte levensduur en moeten in principe na ongeveer 10-15 jaar worden vervangen.
- Een mechanisch ventilatiesysteem kan zelf hinderlijk geluid veroorzaken, veroorzaakt door een lawaaiige ventilator, door een plaatselijk te hoge lichtsnelheid of door overspraak (overspraak is het verschijnsel dat geluiden uit andere ruimten binnenkomen via ventilatiekanalen). In alle gevallen kan hinderlijk geluid ertoe leiden dat er niet optimaal wordt geventileerd.

Beknopte lijst voor de beoordeling van de bruikbaarheid van de ventilatievoorzieningen

- Zijn de relevante ventilatievoorzieningen goed bruikbaar?
- Kan de ventilatievoorziening worden gebruikt zonder tochthinder in de leefzone (subjectieve beoordeling)?
- Zijn de ventilatievoorzieningen gemakkelijk en fijn te regelen?
- Is de bediening van de ventilatie gemakkelijk bereikbaar en hanteerbaar?
- Zijn er belemmeringen, zoals voorhangende gordijnen of zonwering?
 - De gordijnen en de zonwering mogen, zowel in open als gesloten toestand, de ventilatieopeningen niet afdekken aangezien dan onvoldoende verse buitenlucht kan binnenkomen c.q. binnenlucht kan worden afgevoerd.
- Is er een planning voor reiniging en onderhoud?
- Wordt een logboek bijgehouden van het technische en hygiënische onderhoud?
- Wat is de staat van hygiënisch onderhoud?
 - Zijn, bij natuurlijke ventilatie, eventuele roosters schoon?
 - Is bij mechanische ventilatie de ventilator minder dan een jaar tevoren schoongemaakt?
 - Zijn bij mechanische luchtafvoer de voorzieningen goed doorgankelijk?
 - Zijn bij mechanische luchttoevoer de filters bij de ventilator en de inblaasopeningen schoon?
 - Zijn de toevoerkanalen van een mechanische ventilatie minder dan een jaar tevoren geïnspecteerd en schoon bevonden?
- Wat is de staat van technisch onderhoud?
 - Hoe oud is, bij mechanische ventilatie, de ventilator en is deze aan vervanging toe?
- Is er bij gebruik van de ventilatievoorzieningen sprake van hinderlijk geluid (subjectief of > 35 dBA)?

Gebruik van de ventilatievoorzieningen

Buiten werktijden moet de ventilatie in enige mate doorgaan. Als er 's nachts geen ventilatie mogelijk is, dient er voor aanvang van de lessen 5-15 minuten gespuid te worden (ramen en deuren wijd open) om alle lucht te verversen.

Tijdens het gebruik van het schoolgebouw moeten de lokalen en de gemeenschappelijke ruimtes continu worden geventileerd.

Voorzieningen voor *mechanische ventilatie* moeten altijd op de hoogste stand ingeschakeld zijn tijdens de lessen, tenzij de installatie overcapaciteit heeft. Als de ventilatie een CO₂-sturing heeft (een CO₂-meter met een terugkoppeling op het ventilatiesysteem), dan dient die ingesteld te zijn op acceptabel of goed niveau (lager dan 1000 resp. 800 ppm).

Een mechanische overcapaciteit is te benutten bij activiteiten waarbij extra verontreinigingen verspreid worden en bij warm weer als nachtventilatie om te koelen.

Ventilatievoorzieningen voor *natuurlijke ventilatie* hoeven tijdens schooltijd niet altijd maximaal te worden gebruikt. Hun effectiviteit is sterk afhankelijk van het weer: de windrichting, de windkracht en het verschil tussen buiten- en binnentemperatuur. Als

vuistregel kan gelden: alle ramen en roosters moeten zo ver open dat er net geen tocht ontstaat.

Een beknopte lijst voor de beoordeling van het gebruik van de ventilatievoorzieningen

- Zijn alle ventilatievoorzieningen in gebruik, ook van het lokaal naar de gang en van de gang naar buiten?
- Is dit gebruik optimaal, d.w.z. treedt er tocht op als er meer wordt geventileerd?
- Staat een eventuele mechanische ventilatie in de hoogste stand?
- Is een eventuele CO₂-sturing ingesteld op minder dan 1000 ppm?
- Wordt er continu geventileerd, ook 's nachts en in de weekends?

Er zijn verscheidene redenen waarom goede voorzieningen niet goed worden gebruikt.

- Men is zich niet bewust van het belang van goede ventilatie.
- Men wil niet dat er warmte verloren gaat omdat dit niet goed is voor het milieu of het budget.
- Men opent één van de ventilatievoorzieningen zo wijd dat er tocht optreedt en sluit hem daarna geheel af.
- Er komt lawaai of stank naar binnen.
- De mechanische ventilatie maakt lawaai.
- Het regelen van de ventilatie kost moeite.
- De ventilatie veroorzaakt onaangename luchtstromen.

Let op. Soms is een deel van de tocht niet afkomstig uit de ventilatieopening maar van de koude binnenkant van de ruit. Vooral enkel glas kan in de winter veel kou afgeven. Dat gebeurt deels in de vorm van *koudeval*: koude lucht die van de ruit naar beneden valt. Dit wordt als tocht ervaren door mensen die zich dicht bij (grote) glasoppervlakken bevinden. Hoe dichter men bij de ruit zit en hoe hoger de ruit, des te meer last van koudeval. Van goed isolerende HR++ dubbele beglazing (U-waarde 1,2 W/m²K) van 180 cm hoogte zijn klachten te verwachten van mensen die er < 0,5 m vanaf zitten. Van een raam van 3 meter hoog kunnen klachten optreden bij mensen die er een meter vanaf zitten. Er moet overigens ook nog rekening worden gehouden met het verlies van *stralingswarmte*. Ten gevolge van warmteoverdracht door straling zullen mensen die dicht bij een groot koud glasvlak zitten dit als zeer onbehaaglijk ervaren, ook bij een normale binnentemperatuur. Vaak melden zij dan dat zij last hebben van "tocht". Dit doet zich ook nog enigszins voor bij normale dubbele beglazing (U-waarde 3,3 W/m²K). Bij HR++ (U-waarde 1,2 W/m²K) is dit een stuk minder.

5.3.2 Metingen

Er zijn verscheidene methoden om de feitelijke ventilatie en de binnenluchtkwaliteit te meten: het meten van de CO₂-concentratie, het meten van de ventilatiecapaciteit en het meten van het ventilatievoud.

Bepaling CO₂-concentratie

Onderzoek dat het eerste in aanmerking komt om door GGD'en te worden uitgevoerd, is de CO₂-meting. De CO₂-concentratie is een goede indicator van andere verontreinigingen die door mensen verspreid worden en een goede indicator voor ventilatie in ruimten waar relatief veel mensen aanwezig zijn. CO₂ is makkelijk meetbaar en voor CO₂ is het LCM-toetsingskader beschikbaar.

De meetmethode voor de CO₂-concentratie is uitgewerkt in bijlage 6. Om een goede indruk te krijgen van de situatie is een duurmeting noodzakelijk. Liefst wordt de CO₂-concentratie tijdens 5 opeenvolgende schooldagen gemeten. Het is informatief als de docent gedurende deze periode een logboekje bijhoudt met gegevens over het aantal aanwezige personen, het gebruik van de ventilatievoorzieningen en een waardering van het binnenklimaat. Meestal lukt het niet om dit langere tijd vol te houden.

In ervaren handen kan een momentopname van de CO₂-concentratie informatief zijn, zeker als de concentratie hoog is. Deze meetmethode wordt in deze richtlijn niet verder beschreven.

Bepaling Ventilatiecapaciteit

Aan de ventilatievoorziening voor luchtverversing zijn wettelijke eisen gesteld. De vereiste ventilatiecapaciteit staat vermeld in de bouwvergunning.

In de vigerende NEN zijn bepalingmethoden zijn opgenomen op grond waarvan kan worden nagegaan of de voorziening, voor zowel de toevoer als de afvoer, voldoet aan de eisen. Vanwege de complexiteit van deze bepalingmethoden en de voorwaarden waaraan voldaan moet worden, is het in het algemeen raadzaam om dit uit te laten voeren door een gespecialiseerd bedrijf. De GGD kan een rol spelen bij de advisering over de eventuele noodzaak van dit onderzoek. Bouw- en woningtoezicht bepaalt, als handhaver, de bepalingmethode en de toetsing.

Van moderne ventilatievoorzieningen kan de fabrikant een rapport leveren waarin staat wat de capaciteit is, gemeten volgens de NEN-bepalingmethode,

Bepaling ventilatievoud

Het ventilatievoud is de luchtvolumestroom in m³/uur gedeeld door het ruimtevolumen in m³. Het is een interessante maat omdat rekening wordt gehouden met de afmetingen van de betreffende ruimte. Het ventilatievoud wordt vaak omschreven als het aantal keren per uur dat de binnenlucht van een ruimte volledig wordt verversd. Dit is niet helemaal juist omdat de verversing in dode hoeken geringer kan zijn dan dicht bij de ventilatieopeningen.

Toetsing kan plaatsvinden door na meting van het ventilatievoud de ventilatie per oppervlak te berekenen. Dit kan worden getoetst aan het Bouwbesluit.

Op grond van de LCM-toetswaarden voor de CO₂-concentratie kan worden afgeleid dat bij een goede CO₂-concentratie (< 800 ppm) een ventilatievoud hoort van ca. 7 en bij een acceptabele CO₂-concentratie een ventilatievoud van ca. 5.

De resultaten en de toetsing van dit onderzoek zijn indicatief en kunnen aanleiding zijn om nader onderzoek te doen naar de ventilatievoorzieningen en/of nader onderzoek te adviseren naar de ventilatiecapaciteit.

Er zijn drie methoden mogelijk voor het bepalen van het ventilatievoud.

- Bij de eerste methode wordt het ventilatievoud berekend op grond van de afname van de CO₂-concentratie nadat iedereen in korte tijd de ruimte heeft verlaten. Hierbij geldt hetzelfde principe als bij de kortdurende meting met tracergas (zie 3^e methode), doordat tijdens een CO₂-meting de bron opeens wordt beëindigd. Voor een beschrijving van de methode zie: Jancovic et al., 1996. In Bijlage 7 is de berekening opgenomen om uit de afname van de CO₂-concentratie het ventilatievoud te berekenen.
- Uit het resultaat van een volumestroom- of debietmeting (in dm³/sec) en de afmetingen van de ruimte (dm³) kan het ventilatievoud worden berekend. Deze methode vereist speciale deskundigheid en is voor een GGD-medewerker alleen toepasbaar indien sprake is van mechanische ventilatie via kleine openingen. De uitkomst is minder nauwkeurig omdat geen rekening wordt gehouden met luchtstroming via naden en kieren.
- Een derde methode om het ventilatievoud te bepalen is het gebruik van een tracergas. Om het ventilatievoud te meten wordt continu een bekende hoeveelheid inert tracergas verspreid en tegelijk wordt de concentratie ervan bemonsterd. Uit de concentratie en het volume van de ruimte kan het ventilatievoud berekend worden. Deze methode is nauwkeurig maar in de regel te complex om door een GGD te worden uitgevoerd.
Het is ook mogelijk om met tracergas het ventilatievoud over een korte periode te meten. Een hoeveelheid gas wordt ineens in een ruimte losgelaten waarna op verschillende tijdstippen of continu de concentratie gemeten wordt. Uit de afname van de concentratie valt het ventilatievoud te berekenen. Deze methode is minder bruikbaar bij natuurlijke ventilatie omdat de uitkomst sterk afhangt van de weersomstandigheden.

5.4 Advisering

Het onderzoek zoals beschreven in hoofdstuk 5.3 levert antwoorden op de volgende vragen.

1. Zijn er voldoende ventilatievoorzieningen?
2. Zijn de ventilatievoorzieningen goed bruikbaar?
3. Worden de ventilatievoorzieningen goed gebruikt?
4. Is de binnenluchtkwaliteit in orde, wat betreft de CO₂-concentratie?
5. Wat is de ventilatiecapaciteit of het ventilatievoud?

De antwoorden op vraag 1 en 5 kunnen worden vergeleken met de wettelijke eisen.

Bovendien is een indruk verkregen van de bruikbaarheid, het gebruik van de ventilatievoorzieningen en de binnenluchtkwaliteit. Op grond van deze gegevens kan als volgt worden geadviseerd.

Beoordeling op grond van wettelijke eisen

In het Bouwbesluit, de modelbouwverordening en de bijbehorende NEN-normen staan eisen voor de luchtverversing. Die eisen richten zich op *de ventilatie die tenminste mogelijk moet zijn*, dus niet op de wenselijke capaciteit en niet op de ventilatie die werkelijk plaatsvindt. De capaciteit wordt namelijk bepaald bij de maximale stand van de mechanische ventilatie of bij de grootste opening van ramen of roosters. In de dagelijkse praktijk worden de aanwezige ventilatievoorzieningen echter zelden in de hoogste of uiterste stand gebruikt. Bij natuurlijke ventilatie kan bovendien het weer een grote rol spelen.

De mogelijkheden voor de GGD om te toetsen aan de wettelijke eisen zijn beperkt. Uit onderzoek, met behulp van inspectie, kan blijken dat niet aan de criteria voor aanwezigheid van voldoende ventilatievoorzieningen wordt voldaan, of dat daarover twijfels bestaan. In dat geval kan worden geadviseerd om maatregelen te nemen, of nader onderzoek te doen indien het nemen van maatregelen op bezwaren stuit. (Beoordeling van) onderzoek naar en toetsing van de eisen voor luchtverversing is de verantwoordelijkheid van de gemeentelijke afdeling bouw - en woningtoezicht.

Beoordeling op grond van gezondheidskundige advieswaarden

Om de ventilatie die werkelijk plaatsvindt te beoordelen, kunnen de resultaten van de CO₂-meting worden getoetst aan de gezondheidskundige waarden (LCM, 2006). Deze hebben geen wettelijke status. Het LCM vermeldt daarbij de volgende kwalificaties en aanbevelingen.

?CO ₂ -gehalte * (P98)***	CO ₂ -gehalte** (P98)***	Kwalificatie	Aanbeveling
ppm	ppm		
< 250	< 650	Streefdoel nieuwbouw	Ontwerpdoel bij nieuwbouw/ renovatie
250-400	650-800	Streefdoel bestaande bouw	Overwegen optimalisatie door eenvoudige veranderingen, bijvoorbeeld ventilatiegedrag
400-600	800-1000	Acceptabel	Maatregelen zijn wenselijk, vaak in ventilatiegedrag, maar ook door bouwkundige verbeteringen
600-1000	1000-1400	Tijdelijk acceptabel	Zo spoedig mogelijk maatregelen nemen in ventilatiegedrag en zondig ook bouwkundige ingrepen
> 1000	> 1400	Onacceptabel	Meteen maatregelen nemen

* ?CO₂-gehalte is de CO₂-concentratie in de binnenlucht minus de CO₂-concentratie in de buitenlucht.

** De CO₂-concentratie in de binnenlucht, inclusief een achtergrondconcentratie van 400 ppm.

*** P98 is het 98-percentiel

Advies

In een advies van de GGD wordt, na een beschrijving van de vraagstelling en de onderzoeksmethode, vermeld wat de bevindingen zijn en waarop de interpretatie berust. Om het advies van de GGD te onderbouwen en de ontvanger te motiveren de kwaliteit van het

binnenmilieu door ventilatie te optimaliseren, is het tevens raadzaam om de verschillen tussen gezondheidskundige en wettelijke toetsing inzichtelijk te maken. De volgende gegevens worden gepresenteerd.

- De bevindingen van de vergelijking van de ventilatievoorziening met de wettelijke eisen. Vermeld wordt wat de resultaten zijn van de inspectie van de aanwezigheid van voldoende ventilatievoorzieningen.
- De bevindingen van het onderzoek naar de bruikbaarheid en het gebruik van de ventilatievoorziening.
Vermeld wordt in welk opzicht de ventilatievoorzieningen goed, matig of slecht bruikbaar zijn bevonden resp. gebruikt worden en waarom dit het geval is.
- De resultaten van de CO₂-meting.
De gemeten CO₂-concentratie wordt vermeld en op grond van de gezondheidskundige toetswaarden worden de daarbij behorende kwalificaties en aanbevelingen genoemd.
- Een vergelijking van de geschatte luchtverversing (als afgeleide van de gemeten CO₂-concentratie) met de voorgeschreven luchtverversing (zie § 4.3).

Als er uit de inspectie blijkt dat er mogelijk onvoldoende ventilatievoorzieningen zijn, dan is het raadzaam daar meteen de aandacht op te vestigen. Hierover kan contact worden opgenomen met de afdeling bouw- en woningtoezicht.

Als uit het onderzoek blijkt dat de bruikbaarheid en het gebruik van de ventilatievoorzieningen niet optimaal zijn, dan kan dat een eerste aangrijpingspunt zijn om de situatie te verbeteren.

De resultaten van de CO₂-meting kunnen aanleiding zijn om maatregelen te adviseren. Het is mogelijk dat de CO₂-concentratie verhoogd is, terwijl wel wordt voldaan aan de ventilatie-eisen en de ventilatievoorzieningen goed bruikbaar zijn en goed worden gebruikt. Dit kan worden verklaard doordat de situatie ongunstiger kan zijn dan aangenomen is bij het opstellen van de wettelijke eisen of omdat bij het opstellen van de wettelijke eisen is uitgegaan van een te lage CO₂-productie per persoon. Op dit moment wordt nagegaan of dit in een nieuwe NPR kan worden gecorrigeerd.

De GGD kan in haar advies wijzen op deze discrepantie en het belang benadrukken van een verbetering van de ventilatie.

Tot slot

Wanneer uit bovengenoemd onderzoek blijkt dat de klachten, die oorspronkelijk in verband zijn gebracht met een slechte binnenluchtkwaliteit, niet verklaard kunnen worden door onvoldoende ventilatie, kan geadviseerd worden nader onderzoek uit te voeren, bijvoorbeeld naar mogelijke bronnen van verontreiniging in en rond de school of naar problemen op andere binnenmilieuthema's, zoals slechte temperatuurbeheersing of een slechte akoestiek.

6 Informatiebronnen

6.1 Publicaties

Apte, M.G., W.J. Fisk & J.M. Daisy. Associations between indoor CO₂ concentrations and sick building syndrome symptoms in U.S. office buildings: an analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air*, 10, 246-257, 2000.

Ass, M. van, P. Wensveen & J. de Wolf. Naar een beter binnenmilieu; Hoe verbeteren we de kwaliteit van het leefmilieu op scholen en crèches? VNG, Netwerk Gezonde gemeenten, Den Haag, 2005. zie www.GGDkennisnet.nl zoeknummer 32981.

Bartlett, K.H., S.M. Kennedy, M. Brauer, C. van Netten & D. Bill. Evaluation and determinants of airborne bacterial concentrations in school classrooms. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 1, 639-647, 2004.

Berglund, B., U. Berglund & T. Lindvall. Characterization of indoor quality and "sick buildings". *ASHRAE*, 1045-1055, 1984.

Boerstra, A.C., M.H. Baardse, A.K. Raue, C.A.M. Snepvangers & C.A.E. Tromp. Binnenmilieu; Arbo Themacahier. SDU, Den Haag, 2000.

Daneault, S., M. Beausoleil & K. Messing. Air quality during winter in Quebec day-care centers. *Am. J. Public Health*, 82(3), 432-434, 1992.

Dongen, J. van & A. Steenbekkers. Gezondheidsproblemen en het binnenmilieu in woningen. Nederlands Instituut voor Preventieve Gezondheidszorg TNO, Leiden, 1993.

Duijm, F. Toestwaarden voor ventilatie in scholen en kindercentra. GGD Nederland, 2006. Zie www.GGDkennisnet.nl zoeknummer 35890

Dusseldorp, A., M. van Bruggen, J. Douwes, P.J.C.M. Janssen & G. Kelfkens. Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu. RIVM, Bilthoven, 2004.

Fox, A., W. Harley, C. Feigley, D. Salzberg, A. Sebastian & L. Larson. Increased levels of bacterial markers and CO₂ in occupied school rooms. *J. Environ. Monit.*, 5, 246-252, 2003.

Gids, W.F. de & N.P.M. Scholten. Bouwbesluit; grenswaarden ventilatie. TNO, rapportnr. 94-BBI-R1537, Delft, 1995.

Haans, L., A.C. Boerstra & C.C.M. Derikx. Binnenmilieu in basisscholen. Serie Praktijkboek Gezonde Gebouwen. ISSO/SBR, Rotterdam, 2004.

Jancovic, J.T. et al. Limited decay model. AIHA Journal 57; 756-759, 1996.

Koeman, S., J. Rahamat-Langendoen, L. Ruhaak & N. van Brederode (eindred.). GGD-richtlijn Ventilatie scholen en de kwaliteit van het binnenmilieu. GGD-Nederland, Utrecht, maart 2002. *Deze richtlijn is vervallen.*

LCM. Gezondheidkundige toetswaarden voor ventilatie in scholen en kindercentra. LCM, definitief standpunt april 2006. Zie www.GGDkennisnet.nl zoeknummer 35779.

Liu, L.J., M. Krahmer, A. Fox, C.E. Feigley, A. Featherstone, A. Saraf & L. Larsson. Investigation of the concentration of bacteria and their cell envelope components in indoor air in two elementary schools. J. Air Waste Manag. Assoc., 50, 1957-1967, 2000.

Meijer, G., R. Nijdam, P. Wensveen & N. van Brederode (eindred.). GGD-richtlijn Meting kooldioxide in scholen en kinderdagverblijven. GGD Nederland, Utrecht, 2002. *Deze richtlijn is vervallen.*

Mendell, M.J. & G.A. Heath. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. Indoor Air, 14, 1-6, 2004.

Meyer, H.W., H. Würtz, P. Suadecani, O. Valbjørn, T. Sigsgaard & F. Gyntelber. Moulds in floor dust and building-related symptoms in adolescent school children. Indoor Air, 14: 65-72, 2004.

Milton, D.K., P.M. Glencross & M.D. Walters. Risk of sick leave associated with outdoor air supply rate, humidification, and occupant complaints. Indoor Air, 10: 212-221, 2000.

Munir, A.K., R. Einarsson, C. Schou et al. Allergens in school dust. I. The amount of the major cat (Fel d 1) and dog (Can f 1) allergens in dust from Swedish schools is high enough to probably cause perennial symptoms in most children with asthma who are sensitized to cat and dog. J Allergy Clin Immunol 91, 1067-74, 1993.

Myatt, T.A., S.L. Johnston, Z. Zuo, M. Wand, T. Kebabze, S. Rudnick & D.K. Milton. Detection of airborne rhinovirus and its relation to outdoor air supply in office environments. Am. J. Respir. Crit. Care Med., 169: 1187-1190, 2004.

Myhrvold, A.N., E. Olsen & O. Lauridsen. Indoor environment in schools; pupils health and performance in regard to CO₂-concentrations. Proceedings Indoor Air, vol. 4, 369-374, 1996.

NNI (Nederlands Normalisatie-instituut). Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethode voor nieuwbouw (NEN 1087). Delft, 2001.

NNI (Nederlands Normalisatie -instituut). Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethode voor bestaande gebouwen (NEN 8087). Delft, 2001.

NNI (Nederlands Normalisatie -instituut). Nederlandse praktijkrichtlijn (NPR 1090): Ventilatie van schoolgebouwen. Voorbeelden van bouwkundige oplossingen, afgestemd op NEN 1089. Delft, 1993.

Nederlands Normalisatie -instituut (NNI). Nederlandse praktijkrichtlijn (NPR 1088): Ventilatie van woningen en woongebouwen. Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen. Delft, december 1999.

Nederlands Normalisatie -instituut (NNI). Ventilatie voor utiliteitsgebouwen; prestatie -eisen voor ventilatie en Kamerbehandelingsystemen. NEN-EN 13779. Delft, 2004.

Potting, J. P., I. van der Sandt, B. ter Haar Romeny-Wacher, B. Brunekreef & J.S.M. Boleij. Health complaints, CO₂ levels and indoor climate in Dutch schools. Proceedings Indoor Air, 3, 582-586, 1987.

Rudnick, S.N. & D.K. Milton. Risk of indoor airborne infection transmission estimated from carbon dioxide concentration. Indoor Air, 13, 237-245, 2003.

Seppanen, O.A., W.J. Fisk & M.J. Mendell. Association of ventilation rates and CO₂ concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. Indoor Air, 9, 226-252, 1999.

Shendell, D.G., R. Prill, W.J. Fisk et al. Associations between classroom CO₂-concentrations and student attendance in Washington and Idaho. Indoor Air, 14, 333-341, 2004.

Slob, R. Handboek Binnenmilieu. Redactie T. Fast, A. Verhoeff & J. van Wijnen. GG & GD Amsterdam, Amsterdam, 1996.

Smedje, G., D. Norbäck & C. Edling. Mental performance in secondary school pupils in relation to the quality of indoor air. Proceedings Indoor Air, 413-418, 1996.

Smedje, G. & D. Norbäck. New ventilation systems af select schools in Sweden; effects on asthma and exposure. Arch. Environ. Health 55, 18-25, 2000.

Teeuw, K.B., D.M.J.E. vanden Broucke-Grauls & J. Verhoef. Micro-organismen in de lucht en het 'sick building'-syndroom. NTVG 137, nr. 23, 1993.

VROM. Besluit houdende technische voorschriften omtrent het bouwen van bouwwerken en de staat van bestaande bouwwerken (Bouwbesluit). Staatsblad nr. 680, 1991.

VROM. Bouwbesluit. Hoofdstuk VIII: Algemene technische voorschriften omtrent de staat van bestaande niet tot bewoning bestemde gebouwen; Artikel 311 en 312. Staatscourant, 1992.

VROM. Bouwbesluit. Hoofdstuk VI: Algemene technische voorschriften omtrent het bouwen van niet tot bewoning bestemde gebouwen; Artikel 201 en 202. Staatscourant 295, 1995.

VROM. Bouwbesluit 2003. Ministerie van VROM, Den Haag, 15 augustus 2006.

Zie www.vrom.nl → dossier bouwregelgeving, wetten en regels of zie www.wetten.nl

VROM. Regeling Bouwbesluit 2003. Ministerie van VROM, Den Haag, 1 september 2006.

Zie www.vrom.nl → dossier bouwregelgeving, wetten en regels of zie www.wetten.nl

Wargocki, P., J. Sundell, W. Bischof et al. Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European Multidisciplinary Scientific Consensus Meeting (EUROVEN). Indoor Air, 12, 113-128, 2002.

6.2 Websites

Astmafonds: www.astmafonds.nl

Gezond Binnen: www.gezondbinnen.nl

GGD Groningen: www.lekkerfris.nu

GGD Kennisnet: www.ggd.kennisnet.nl

Gezonde gebouwen: www.gezondegebouwen.nl

Instituut voor Studie en Stimulering van Onderzoek op het gebied van gebouwinstallaties (ISSO): www.issso.nl

NOVEM: www.senternovem.nl

TVVL: www.tvvl.nl

U.S. Environmental Protection Agency: www.epa.gov/docs/iaq/schools

VROM: www.vrom.nl → wetten en regels → dossier bouwregelgeving

7 Betrokken instanties

Gemeente

Afdeling Bouw - en woningtoezicht

Afdeling Onderwijs

Afdeling Gezondheid/Welzijn

Onderzoeksinstanties kwaliteit binnenmilieu

Binnenmilieu-onderzoek wordt door veel commerciële bureaus uitgevoerd. Sommige koppelen aan de resultaten tevens een advies om door hen te leveren apparatuur voor klimaatbeheersing aan te schaffen, of een advies met betrekking tot lucht, geluid, licht e.d. Het is belangrijk om na te gaan of het onderzoek werkelijk onafhankelijk is.

Enkele, voor zover ons bekende, onafhankelijke bureaus zijn:

Buro Blauw

Nude 54A, 6702 DN Wageningen

Tel: 0317-425200

BBA Boerstra Binnenmilieu Advies

Eendrachtsweg 42

Postbus 774, 3000 AT Rotterdam

Tel: 010-2447025

www.binnenmilieu.nl

BenR adviseurs voor duurzaamheid

Groenmarkt 18, 3811 CP Amersfoort

Tel: 033-2773669

www.benr-adviseurs.nl

Cauberg -Huygen Raadgevende Ingenieurs

Sint Annalaan 60, 6217 KC Maastricht

Tel: 043-3467878

Tevens vestigingen in Den Bosch, Amsterdam, Rotterdam en Zwolle

www.chri.nl

DHV Groep

Laan 1914

Postbus 1132, 3800 BC Amersfoort

Tel: 033-4682000

www.dhv.nl

DWA installatie- en energie advies
Duitslandweg, Postbus 274, 2410 AG Bodegraven
Tel: 0172-635300
Spoelerstraat 48a, Postbus 136 7460 AC Rijssen
Tel: 0548-535540
www.dwa.nl

Lichtveld Buis & Partners
Postbus 1475, 3430 BL Nieuwegein
Tel: 030-2311377
www.lbp.nl

Tauw
Handelskade 11, 7417 DE Deventer
Tel: 0570-699911
www.tauw.nl

TNO Bouw en Ondergrond
Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49, 2600 AA Delft
Tel: 015-2763000

Witteveen & Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233, 7400 AE Deventer
Tel: 0570-697911
Tevens vestigingen in Den Haag, Almere, Amsterdam, Breda, Maastricht en Rotterdam
www.witteveenbos.nl

De Raad voor de Accreditatie beschikt over een lijst van gecertificeerde bureaus. Deze lijst is te vinden op de site: www.rva.nl.

8 Definities

Bijeenkomstfunctie Gebruiksfunctie voor het samenkomen van mensen voor kunst, cultuur, godsdienst, communicatie, kinderopvang, het verstrekken van consumpties voor het gebruik ter plaatse en het aanschouwen van sport (Bron: Bouwbesluit).

Bezettingsgraad van gebruiksoppervlakte aantal m² gebruiksoppervlakte per persoon.

Bezettingsgraad van vloeroppervlakte aantal m² vloeroppervlakte van een verblijfsgebied per persoon.

Klasse	Bezettingsgraad	
	In m ² gebruiksoppervlakte p.p.	In m ² vloeropp. aan verblijfsgebied p.p.
B1	> 0,8 - = 2	> 0,5 - = 1,3
B2	> 2 - = 5	> 1,3 - = 3,3
B3	> 5 - = 12	> 3,3 - = 8

Dwarsventilatie Ventilatie waarbij verse lucht via de ene gevel toestroomt en binnenlucht via uitsluitend één of meer andere gevels, al dan niet via overstroomvoorzieningen, wordt afgevoerd (NEN 1987).

Gebruiksfunctie De gedeelten van een of meer bouwwerken op een perceel of standplaats, die dezelfde gebruiksbestemming hebben en die samen een gebruikseenheid vormen (Bron: Bouwbesluit).

NEN(-norm) Een door het Nederlands Normalisatie Instituut uitgegeven norm. De status van normen kan verschillen. Er zijn normen die door het Bouwbesluit zijn aangewezen. Deze zijn altijd van toepassing. Er mag hiervan niet afgeweken worden.
Normen die niet door het Bouwbesluit of door een andere wettelijke regeling zijn aangewezen, kunnen gebruikt worden tussen partijen maar daarop kan van de zijde van de overheid niet gehandhaafd worden. De eisen uit de aangewezen normen gaan altijd boven de andere normen.

NPR Nederlandse Praktijkrichtlijn. Een NPR is een praktische uitwerking van een norm waarbij deze hoort. Als aan de NPR wordt voldaan dan mag redelijkerwijs verwacht worden dat ook aan de norm voldaan wordt.

Onderwijsgebouw	Gebouw of gedeelte van een gebouw, welk gebouw of welk gedeelte blijkens zijn constructie en inrichting is bestemd voor doeleinden van onderwijs.
Onderwijsfunctie	Gebruiksfunctie voor het geven van onderwijs.
Overstromen	Het zich verplaatsen van lucht van de ene ruimte naar een andere ruimte.
Tocht	Een luchtstroom die onaangenaam voelt door een combinatie van harde stroming en lage temperatuur. Hoe lager de temperatuur van de luchtstroming, des te minder stroming er nodig is om hinderlijk te zijn.
Ventilatiecapaciteit	Volumestroom bij een drukverschil van 1 Pascal.
Ventilatievoorziening	Geheel aan componenten, bestemd voor de toevoer van verse lucht van buiten, het overstromen van verse lucht of binnenlucht naar een aangrenzende ruimte en de afvoer van binnenlucht naar buiten, waarmee een nominale ventilatie tot stand kan worden gebracht (bron: NEN 1987, 2001)
Ventilatievoud	De volumestroom in m ³ /uur gedeeld door het ruimtevolumen in m ³ .
Verblijfsgebied:	Gedeelte van een gebruiksfunctie met tenminste een verblijfsruimte, bestaande uit een of meer op dezelfde bouwlaag gelegen aan elkaar grenzende ruimten anders dan een toiletruimte, een badruimte, een technische ruimte of een verkeersruimte (Bron: Bouwbesluit, 2006).
Verblijfsruimte	Ruimte voor het verblijven van mensen, dan wel een ruimte waarin de voor een gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten plaatsvinden (Bron: Bouwbesluit, 2006).
Volumestroom	Hoeveelheid lucht die per tijdseenheid door een bepaalde ruimte stroomt. Meestal wordt als tijdseenheid één uur genomen, zodat de volumestroom wordt uitgedrukt in m ³ lucht per uur. (Bron: Handboek Binnenmilieu).

9 Geraadpleegde deskundigen

De volgende personen hebben op verzoek één of meer conceptversie(s) voorzien van commentaar:

Dhr. C. van den Bogaard, VROM-Inspectie, Min. VROM, Den Haag

Dhr. B. Bronzema, Bronconsult

Dhr. W. van Doorn, GGD Zuidoost-Brabant

Dhr. W. de Gids, TNO Delft

Dhr. J. van Ginkel, TU Delft & GGD regio IJssel-Vecht

Dhr. K. Snepvangers, Onderzoeksinstituut voor Gezond Wonen, Breda

Dhr. R. van Strien, GGD Amsterdam

Mw. Wassing, M. GGD Groningen, afdeling JGZ

10 Samenstelling werkgroep

Penvoerder:

mw. T. Habets, medisch milieukundig medewerker, GGD Rotterdam e.o.

Leden werkgroep:

mw. L. Haans, BBA Boerstra Binnenmilieu Advies, Rotterdam

mw. L. Geelen, milieugezondheidskundige, Bureau MMK GGD'en Brabant/Zeeland, Breda

mw M. van Ass, milieugezondheidskundige, GGD Regio IJssel-Vecht, Zwolle

dhr. F. Duijm, medisch milieukundige, Hulpverleningsdienst Groningen

Projectcoördinatie en eindredactie:

mw. N. van Brederode, medisch milieukundige, LCM, Rotterdam

BIJLAGEN

- BIJLAGE 1 Projectvoorstel Actualisering GGD-richtlijn Ventilatie van scholen en de kwaliteit van het binnenmilieu
- BIJLAGE 2 Bouwbesluit 2003, hoofdstuk 3.10 (artikel 3.46-3.59)
- BIJLAGE 3 Toetswaarden voor ventilatie in scholen en kindercentra
- BIJLAGE 4 Vragenlijst ter beoordeling van de ventilatievoorzieningen in scholen en Quicksan binnenmilieu voor JGZ
- BIJLAGE 5 Berekening van de benodigde oppervlakte van de opening van ventilatievoorzieningen in een lesruimte
- BIJLAGE 6 Meetmethode voor het bepalen van de CO₂-concentratie in scholen
- BIJLAGE 7 Berekening van het ventilatievoud a.d.v. afname CO₂
- BIJLAGE 8 Verbetering ventilatie basisscholen. Stappenplan ééndagsmethode.

Bijlage 1 Projectvoorstel Actualisering GGD-richtlijn Ventilatie van scholen en de kwaliteit van het binnenmilieu

In maart 2002 is de GGD-richtlijn "Ventilatie van scholen en de kwaliteit van het binnenmilieu" gereed gekomen. De aanleiding tot het opstellen van de richtlijn was de constatering dat de kwaliteit van het binnenmilieu van schoolgebouwen vaak slecht was. Dit kan een nadelig effect hebben op de gezondheid en leerprestaties van leerlingen.

Doel van deze richtlijn uit 2002 was om gevraagd en ongevraagd te kunnen adviseren over de binnenmilieukwaliteit van scholen en de eventuele nadelige invloed daarvan op de gezondheid van leerlingen.

In de oorspronkelijke richtlijn (2002) wordt allereerst ingegaan op het begrip ventilatie en op ventilatiesystemen. Vervolgens wordt ingegaan op de ventilatie zelf. Ventilatie wordt bepaald door de aanwezigheid van ventilatiemogelijkheden, de bruikbaarheid hiervan en het feitelijke gebruik. In de oorspronkelijke richtlijn wordt besproken op welke wijze deze drie aspecten door middel van inspectie globaal kunnen worden onderzocht. Vervolgens worden enkele parameters van binnenmilieukwaliteit besproken, die eveneens door inspectie kunnen worden bepaald. Tot slot worden in de richtlijn de mogelijkheden besproken om de ventilatiecapaciteit en de kwaliteit van het binnenmilieu door onderzoek te objectiveren en te toetsen.

Inmiddels is drie jaar ervaring opgedaan met het gebruik van de richtlijn. Hierbij zijn enkele knelpunten geconstateerd. Deze knelpunten hebben geleid tot het voorstel om de richtlijn aan te passen. Bovendien is het Bouwbesluit herzien.

De volgende punten zijn voorgesteld ter actualisering van de huidige richtlijn.

De richtlijn gaat uit van een inspectie. Pas als alle omstandigheden in kaart zijn gebracht, wordt eventueel besloten tot het meten van CO₂ als relevante parameter om de werkelijke ventilatie in kaart te brengen. De vraag is of het meten van de parameters niet al in een veel eerder stadium uitgevoerd moet worden.

In de richtlijn wordt als toetsingswaarde voor het CO₂-gehalte de waarde van 1200 ppm aangehouden. De kritiek hierop is dat deze aanname onvoldoende wordt toegelicht en onderbouwd in de richtlijn. Ook de aanbevolen toetsingswaarden voor de luchtstroom worden onvoldoende onderbouwd en toegelicht.

Er is behoefte aan een checklist voor de inspectie die, op enkele punten, beter geoperationaliseerd is dan de bestaande checklist in de richtlijn (2002).

Er is behoefte aan criteria voor de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in de klaslokalen.

De werkgroep heeft besloten de richtlijn uit 2002 te herzien. Hierbij zullen inspectie en het meten van het CO₂-gehalte een gelijkwaardige rol krijgen. De GGD-richtlijn "Meting

kooldioxide in scholen en kinderdagverblijven" wordt als bijlage opgenomen in de nieuwe richtlijn.

Een voorstel om alle aspecten mee te nemen die de kwaliteit van het binnenmilieu beïnvloeden, wordt niet overgenomen. Dit zou leiden tot een geheel nieuwe richtlijn en niet tot actualisering van de richtlijn uit 2002. Voor de beoordeling van deze aspecten zal worden verwezen naar andere bronnen.

In de richtlijn uit 2002 is de achtergrond van de toetsingswaarde voor het CO₂-gehalte wel toegelicht, maar de reden om lagere CO₂-gehalten te adviseren zal nader worden onderbouwd.

Tevens zal er een vragenlijst opgenomen worden die beter is geoperationaliseerd.

Punt 4, de criteria voor temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, worden in de herziene versie van het Handboek Binnenmilieu opgenomen.

**Bijlage 2 Bouwbesluit 2003, hoofdstuk 3.10 (artikel 3.46-3.59):
Luchtverversing van een verblijfsgebied, verblijfsruimte,
toiletruimte en badruimte (VROM, 2006)**

§ 3.10.1. Nieuwbouw

Artikel 3.46

1. Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing van een verblijfsgebied, een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.46.1 en tabel 3.46.2 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.
3. Het eerste lid is niet van toepassing op de gebruiksfuncties waarvoor in tabel 3.46.1 en tabel 3.46.2 geen voorschrift is aangewezen.

Tabel 3.46.1 en 3.46.2 (relevante passages)

Artikelen uit hoofdstuk 3.10 die van toepassing zijn bij **nieuwbouw** voor onderwijsfunctie

Functie	3.47		3.48							3.49		3.50			3.51				3.52				3.53					
Ruimte activiteit*	1	2	1	2	3	4	-	6	-	+	1	2	-	1	2	3	4	1	2	3	4	-	-	3	4	5	6	
Overige ruimte	1	2	1	2	3	4	-	6	-	+	1	2	-	1	2	3	4	1	2	3	4	-	-	3	4	5	-	

*Ruimte voor activiteiten die de binnenlucht verontreinigen. De helpdesk Bouwregelgeving meldt dat hiervoor geen definitie bestaat, maar dat een ruimte waarin met hinderlijke of schadelijke stoffen wordt gewerkt, zoals in een scheikundelokaal. Het gaat om verontreinigingen die niet voortvloeien uit uitsluitend de aanwezigheid en lichamelijke activiteit van mensen. Een les- of gymnastieklokaal valt onder 'overige ruimte'.

	Verblijfsgebied						Verblijfsruimte						
	dm ³ /s/m ²					dm ³ /s	dm ³ /s/m ²					dm ³ /s	
Bezettingsgraad	B1	B2	B3	B4	B5	-	B1	B2	B3	B4	B5	-	
Ruimte													
Met binnenlucht verontreinigende activiteit	15	6	2,4	-	-	7	12	4,8	1,9	-	-	7	
Overige ruimte	8,8	3,5	1,4	-	-	7	7	2,8	1,1	-	-	7	

B= Bezettingsgraad; Voor klasse- indeling zie definities. Klaslokalen vallen meestal in de categorie B1.

Aanwezigheid

Artikel 3.47

1. Een verblijfsgebied en een verblijfsruimte hebben een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

2. Een toiletruimte en een badruimte hebben een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.48

1. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsgebied heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van tenminste de grenswaarde, als aangegeven in tabel 3.46.1.

2. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van tenminste de grenswaarde, als aangegeven in tabel 3.46.1.

3. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsgebied of een verblijfsruimte, met een opstelplaats voor een kooktoestel of met een opstelplaats voor een warmwatertoestel heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van tenminste 21 dm³/s. Bij de toepassing van dit voorschrift blijven buiten beschouwing:

- a. een opstelplaats voor een kooktoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW en
- b. een opstelplaats voor een warmwatertoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW of voor een warmwatertoestel dat geen open verbrandingstoestel is.

4. Een voorziening voor luchtverversing voor een toiletruimte heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van tenminste 7 dm³/s. Een voorziening voor luchtverversing voor een badruimte heeft een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van tenminste 14 dm³/s. Dit geldt ook voor een met een toiletruimte samengevoegde badruimte.

5. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsgebied heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de hoogste waarde die volgens het eerste en derde lid geldt voor elk afzonderlijk verblijfsgebied.

6. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsgebied of verblijfsruimte heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de totale waarde die volgens het eerste, tweede en derde lid geldt voor alle verblijfsgebieden en verblijfsruimten, die op de voorziening zijn aangewezen.

7. In afwijking van het vijfde lid, heeft een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een gemeenschappelijk verblijfsgebied een capaciteit die niet kleiner is dan de totale waarde die volgens het eerste en derde lid geldt voor alle gemeenschappelijke verblijfsgebieden die op de voorziening zijn aangewezen.

Thermisch comfort

Artikel 3.49

De toevoer van verse lucht veroorzaakt in de leefzone van een verblijfsgebied voor het verblijven van mensen een volgens NEN 1087 bepaalde lichtsnelheid die niet groter is dan 0,2 m/s.

Regelbaarheid

Artikel 3.50

1. Een component voor toevoer van verse lucht is door de gebruiker regelbaar in het gebied van 0% tot 25% van de capaciteit als bedoeld in artikel 3.48. De voorziening laat in de nulstand niet meer door dan 10% van de capaciteit. De fijnregeling heeft, bepaald volgens NEN 1087, naast de nulstand, tenminste twee instelstanden die onderling tenminste 10% van de capaciteit verschillen. De luchtvolumestroom door een zelfregelende voorziening mag over het drukverschil van 1 Pa tot 25 Pa niet meer dan 20% van de nominale capaciteit verschillen.
2. In afwijking van het eerste lid, behoeft een overstroomcomponent als bedoeld in NEN 1087 niet regelbaar te zijn.
3. Een opening van een voorziening voor luchtverversing is niet afsluitbaar.

Stromingsrichting

Artikel 3.51

1. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit een voorziening voor luchtverversing naar een verblijfsgebied of een verblijfsruimte. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.
2. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit een voorziening voor luchtverversing naar een toiletruimte of een badruimte. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.
3. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit een verblijfsgebied of een verblijfsruimte naar de voorziening voor luchtverversing. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.
4. De volgens NEN 1087 bepaalde richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit een toiletruimte of een badruimte naar de voorziening voor luchtverversing. Bij het bepalen van de richting van de luchtstroming blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

Plaats van de opening

Artikel 3.52

1. Een instroomopening voor de toevoer van verse lucht van een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.47, is zodanig geplaatst, dat de volgens NEN 1087 bepaalde verdunningsfactor van de rook en verdunningsfactor van de binnenlucht die afkomstig is van een uitmonding van:
 - a. een voorziening voor de afvoer van rook, en
 - b. een voorziening voor luchtverversing voor de afvoer van binnenlucht,niet groter zijn dan voor die afvoervoorziening is aangegeven in tabel 3.52. Bij het bepalen van de plaats van de instroomopening blijven uitmondingen van een voorziening voor de afvoer van rook en uitstroomopeningen voor de afvoer van binnenlucht van een voorziening voor luchtverversing, die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.
2. Een uitmonding voor de afvoer van binnenlucht van een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.47, is zodanig geplaatst, dat de volgens NEN 1087 bepaalde verdunningsfactoren van de binnenlucht ter plaatse van een instroomopening van:
 - a. een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht, die via een verblijfsgebied of een verblijfsruimte naar een verbrandingstoestel stroomt, en
 - b. een voorziening voor luchtverversing voor de toevoer van verse lucht naar een verblijfsgebied of een verblijfsruimte,niet groter zijn dan voor de afvoervoorziening is aangegeven in tabel 3.52. Bij het bepalen van de plaats van een uitmonding blijven buiten beschouwing instroomopeningen van een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht en van een voorziening voor luchtverversing voor de toevoer van verse lucht, die op een ander perceel liggen. Voorts blijven buiten beschouwing instroomopeningen van een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht, die liggen in een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied anders dan voor het verblijven van mensen, en voorzieningen voor het snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde lucht.
3. Bij het bepalen van de verdunningsfactoren als bedoeld in het eerste en tweede lid, blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen, die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.
4. Een instroomopening en een uitstroomopening van een voorziening voor luchtverversing liggen, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van een gebruiksfunctie, op een afstand van tenminste 2 m van de perceelsgrens. Indien het perceel waarop de gebruiksfunctie ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, wordt die afstand aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

Tabel 3.52 Verdunningsfactoren voor verschillende soorten afvoeren.

soort afvoer	verdunningsfactor
Luchtverversing	0,01
rookafvoer voor met gas gestookte toestellen	0,01
rookafvoer voor toestellen met andere brandstoffen	0,0015

Luchtkwaliteit

Artikel 3.53

1. De toevoer van verse lucht naar een niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied vindt rechtstreeks of via een ander niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied of via een niet-gemeenschappelijke verkeersruimte plaats. Tenminste 50 % van een toevoercapaciteit bepaald volgens artikel 3.48, vindt rechtstreeks van buiten plaats.
2. De toevoer van verse lucht naar een gemeenschappelijk verblijfsgebied vindt rechtstreeks van buiten plaats.
3. De toevoer van verse lucht naar een verblijfsgebied vindt rechtstreeks van buiten plaats.
4. Tenminste 21 dm³/s van de capaciteit van de afvoer van binnenlucht uit een verblijfsgebied of een verblijfsruimte waarin zich een opstelplaats voor een kooktoestel, als bedoeld in artikel 3.48, derde lid, bevindt, wordt rechtstreeks naar buiten afgevoerd.
5. De afvoer van binnenlucht uit een toiletruimte of een badruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.
6. De afvoer van binnenlucht uit een ruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Artikelen uit hoofdstuk 3.10 die van toepassing zijn bij **bestaande bouw** voor onderwijsfunctie

Functie	3.55		3.56						3.57	3.58			3.59		
Ruimte activiteit*	1	2	1	2	3	-	-	6	-	-	-	-	1	2	3
Overige ruimte	1	2	1	2	3	-	-	6	-	-	-	-	1	2	-

*Ruimte voor activiteiten die de binnenlucht verontreinigen

§ 3.10.2. Bestaande bouw

Artikel 3.54

1. Een bestaand bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing van een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.
2. Voorzover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.54 voorschriften zijn aangewezen, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van die voorschriften.
3. Het eerste lid is niet van toepassing op de gebruiksfuncties waarvoor in tabel 3.54 geen voorschrift is aangewezen.

Aanwezigheid

Artikel 3.55

1. Een verblijfsruimte heeft een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.
2. Een toiletruimte en een badruimte hebben een voorziening voor luchtverversing, bestaande uit een component voor toevoer van verse lucht en een component voor afvoer van binnenlucht.

Capaciteit

Artikel 3.56

1. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsruimte heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van tenminste de in tabel 3.54 aangegeven grenswaarde.
2. Een voorziening voor luchtverversing voor een verblijfsruimte met een opstelplaats voor een kooktoestel of met een opstelplaats voor een warmwatertoestel heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van tenminste 21 dm³/s. Bij de toepassing van dit voorschrift blijven buiten beschouwing:
 - a. een opstelplaats voor een kooktoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW en
 - b. een opstelplaats voor een warmwatertoestel met een nominale belasting van meer dan 15 kW of voor een warmwatertoestel dat geen open verbrandingstoestel is.
3. Een voorziening voor luchtverversing voor een toiletruimte heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van tenminste 7 dm³/s. Een voorziening voor luchtverversing voor een badruimte heeft een volgens NEN 8087 bepaalde capaciteit van tenminste 14 dm³/s. Dit geldt ook voor een met een toiletruimte samengevoegde badruimte.
4. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsruimte heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de hoogste waarde die volgens het eerste en tweede lid geldt voor elke afzonderlijke verblijfsruimte die op de voorziening is aangewezen.
5. In afwijking van het vierde lid, heeft een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een gemeenschappelijke verblijfsruimte een capaciteit die niet kleiner is dan de totale waarde die volgens het eerste en tweede lid geldt voor alle gemeenschappelijke verblijfsruimten die op de voorziening zijn aangewezen.
6. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsruimte heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de totale waarde die volgens het eerste en tweede lid geldt voor alle verblijfsruimten die op de voorziening zijn aangewezen.

Regelbaarheid

Artikel 3.57

Een opening van de voorziening voor luchtverversing van een gebruiksfunctie is niet afsluitbaar.

Stromingsrichting

Artikel 3.58

1. De richting van de luchtstroming voor de toevoer van verse lucht gaat vanuit de voorziening voor luchtverversing naar een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte.
2. De richting van de luchtstroming voor de afvoer van binnenlucht gaat vanuit een verblijfsruimte, een toiletruimte of een badruimte naar de voorziening voor luchtverversing.
3. Bij het bepalen van de richting van een luchtstroming als bedoeld in het eerste en het tweede lid, blijven bouwwerken en daarmee gelijk te stellen belemmeringen die op een ander perceel liggen, buiten beschouwing.

Luchtkwaliteit

Artikel 3.59

1. Tenminste 21 dm³/s van de capaciteit van de afvoer van binnenlucht uit een verblijfsruimte waarin zich een opstelplaats voor een kooktoestel, als bedoeld in artikel 3.56, tweede lid, bevindt, wordt rechtstreeks naar buiten afgevoerd.
2. De afvoer van binnenlucht uit een toiletruimte of een badruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.
3. De afvoer van binnenlucht uit een ruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Bijlage 3 Toetswaarden voor ventilatie in scholen en kindercentra

Zie GGD kennisnet, zoeknummer 35890 (F. Duijm, 2006)

Bijlage 4 Vragenlijst ter beoordeling van de ventilatievoorzieningen in scholen en Quicksan binnenmilieu voor JGZ

CHECKLIST VENTILATIE PER LOKAAL

school:

lokaal:

datum:/...../.....

waarnemer:

A. Informatie van conciërge, leerkracht of directeur

- Aantal personen dat doorgaans aanwezig is, II+Ik+.....
- Werkt men in dit lokaal met ramen en/of roosters open? Ja/nee
- Werkt men in dit lokaal met de deur open? Ja/nee

Welk ventilatiesysteem is aanwezig:

- Spuivoorzieningen Ja/nee
- Natuurlijke ventilatie Ja/nee
- Mechanische toevoer Ja/nee
 - Waar zit de toevoer?
 - Hoe is die geregeld?
 - Aan/uit.....
 - Standen.....
 - Via sensor.....
 - Regelbaar per lokaal?.....
- Mechanische afvoer Ja/nee
 - Waar zit de afvoer?
 - Hoe is die geregeld?
 - Aan/uit.....
 - Standen.....
 - Via sensor.....
 - Regelbaar per lokaal?.....

Bruikbaarheid

- Kan er continu worden geventileerd, ook 's nachts en in het weekend? Ja/nee
- Wordt er continu geventileerd? Ja/nee

Mechanische ventilatie

- Is deze voorziening: schoon/ matig schoon/ vies

- Zijn de ventilatievoorzieningen bij een calamiteit te sluiten of af te zetten? Ja/nee

- Is er goede afzuiging bij extra bronnen van verontreiniging?
 - toiletten Ja/nee
 - kopieermachine Ja/nee
 - printer Ja/nee

Capaciteit

Indien geen mechanisch systeem:

Roosters? Ja/nee

Aantal:

Lengte.....m breedte.....m, hoogte vanaf vloer.....m

Lengte.....m breedte.....m, hoogte vanaf vloer.....m

Totaal oppervlakm²

Staan de roosters nu open? Ja/nee

Ramen? Ja/nee

Aantal:

Lengte.....m breedte.....m, hoogte vanaf vloer.....m

Lengte.....m breedte.....m, hoogte vanaf vloer.....m

Lengte.....m breedte.....m, hoogte vanaf vloer.....m

Lengte.....m breedte.....m, hoogte vanaf vloer.....m

Type ramen?

Totaal oppervlak voor ventilatie (geen spuivoorziening).....m²

Welke ramen staan open?.....

Spuiventilatie mogelijk Ja/nee

Hoe?

.....

Zijn er belemmeringen voor spuiventilatie zoals uit raam vallen, inbraak, vandalisme? Ja/Nee

Indien mechanisch systeem:

Debietmeting toepasbaar? Ja/nee

Quickscan Binnenmilieu voor JGZ
FD2006-11-01

Naam school: Naam directeur:
 Plaats: Datum gesprek:
 Tel.nr.: Naam JGZ-verpleegkundige:

INFORMATIE VAN DE DIRECTEUR	
Gezondheidsklachten	antwoord
Is er bij leerlingen of leerkrachten regelmatig sprake van klachten bij binnenkomen of verblijven in een lokaal? (Irritatie of droogte van de ogen, neus, mond of keel, hoesten, niezen, last van lenzen, dufheid, vermoeidheid, stress, hoofdpijn, moeite met aandacht of inprenting, etc.)	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Is er hier ziekteverzuim bij leerlingen of leerkrachten dat men daaraan toeschrijft?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Is er hier opvallend veel ziekteverzuim?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Temperatuur en vocht	
Is het regelmatig te warm?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Is het regelmatig te koud?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Is de verwarming per ruimte te regelen?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Is er een goede zonwering (= buitenzonwering) aanwezig?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Is er in de zomer nachtventilatie mogelijk?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Zijn de ramen tijdens het stookseizoen regelmatig beslagen?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Zijn er zichtbaar schimmels of sporen van vocht of lekkages aanwezig?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Ventilatie	
Is de luchttoevoer (raam of rooster) tijdens het gebruik van lokalen altijd min of meer geopend? (<i>continue verversing</i>)?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Kunnen de ramen zo ver open als nodig is?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Heeft men regelmatig last van tocht?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Zijn er lokalen waar het bij binnenkomst muff en/of benauwd ruikt?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Worden alle verblijfsruimten dagelijks gelucht (<i>snel spuien</i>)?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Zijn er vastgelegde afspraken over ventileren en luchten?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Overig (zie ook de brochure "Naar een beter binnenmilieu")	
Hebben alle lokalen en gangen een gladde vloer?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Wordt er naar uw mening voldoende schoongemaakt?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Zijn er wel eens dieren in een lokaal?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Worden bakken met afval van fruit e.d. iedere dag geleegd?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Zijn er in school planten aanwezig en worden ze stof en schimmelvrij gehouden?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Staan er kopieermachines of printers op plaatsen zonder luchtafzuiging?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Wordt er op een bord nog gewoon krijt gebruikt (i.p.v. antistuifkrijt)?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Ruiken de gebruikte stiften, verf en lijm naar oplosmiddelen?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Worden er chemische stoffen zoals kwik in de lessen gebruikt?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Wordt er in of om het gebouw gerookt?	<i>O ja</i> <i>O nee</i>
Opmerkingen	
Bij veel <i>cursieve</i> antwoorden in de eerste drie alinea's: stel aan de school voor de afdeling AGZ in te schakelen voor meting en/ of ventilatie advies op maat (in overleg met school)	<i>O ja</i> <i>O nee</i>

Bijlage 5 Berekening van de benodigde oppervlakte van de opening van ventilatievoorzieningen in een lesruimte

A. Op grond van Bouwbesluit 1991 (VROM 1991, 1992 en 1995)

Bron: Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR 1090), ventilatie van schoolgebouwen: voorbeelden van bouwkundige oplossingen, afgestemd op NEN 1089 (NNI, mei 1993, Pagina: 69

Uitgangsgegevens:

32 leerlingen en 1 docent

Benodigde ventilatiecapaciteit:

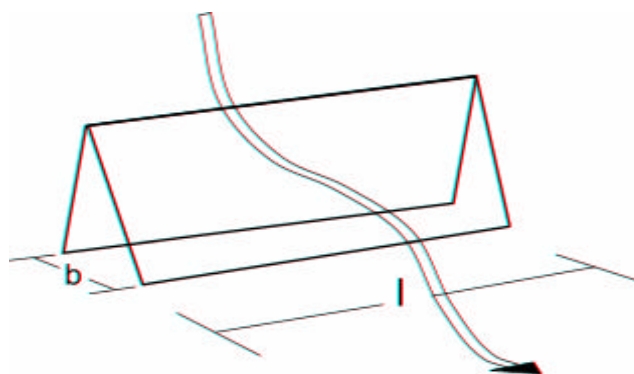
(aantal leerlingen) x (de eis) + (docent) x (gebruikelijke waarde) = $32 \times 5,5 + 1 \times 10 \text{ dm}^3/\text{s}$
 = $186 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,19 \text{ m}^3/\text{s}$

Benodigd ventilatieoppervlak bij dwarsventilatie:

Wanneer de ventilatieopeningen in 2 gevels zitten, is de benodigde doorlaat van een ventilatieopening 1 m^2 per m^3/s . Bij een volumestroom van $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ en een doorlaat van 1 m^2 (NPR1090) komt dit overeen met een oppervlakte van $0,19 \text{ m}^2$ per gevel.

Benodigd ventilatieoppervlak indien geen dwarsventilatie;

Voor een ventilatieopening in 1 gevel is de benodigde doorlaat 5 m^2 per m^3/s (NPR 1090). Dit betekent dat de oppervlakte van de ventilatieopening $5 \times 0,19 \text{ m}^2 = 0,93 \text{ m}^2$ moet zijn.



Eén leerkracht en x leerlingen	Benodigd ventilatieoppervlak per gevel bij dwarsventilatie (m^2)	Benodigd ventilatieoppervlak indien geen dwarsventilatie (m^2)
32 leerlingen	0,19	0,93
30	0,18	0,88
28	0,16	0,82
26	0,15	0,77
24	0,14	0,71
22	0,13	0,66
20	0,12	0,60
18	0,11	0,55
16	0,10	0,49
14	0,09	0,44
12	0,08	0,38

De te openen breedte van de ventilatieopening = oppervlak/lengte.

Voorbeeld:

Bij dwarsventilatie met een benodigd ventilatieoppervlak van $0,19 \text{ m}^2$ en een raamlengte van 2 m is de te openen breedte: $0,19 \text{ m}^2 / 2 \text{ m} = 0,095 \text{ m} = 10 \text{ cm}$.

Bij geen mogelijkheid tot dwarsventilatie met een benodigd ventilatieoppervlak van $0,93 \text{ m}^2$ en een raamlengte van 2 m is de te openen breedte: $0,93 \text{ m}^2 / 2 \text{ m} = 0,46 \text{ m} = 46 \text{ cm}$.

B. Op grond van Bouwbesluit 2003 (VROM, 2006)

Bronnen: NEN 1087, Ventilatie van gebouwen. (NNI, december 2001), Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR 1088, december 1999; in afwachting van nieuwe NPR), ventilatie van woningen en woongebouwen: Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen.

Uitgangsgegevens:

32 leerlingen en 1 docent. Afmetingen klaslokaal: $7 \times 7 \text{ m}^2$

B1. Nieuwbouw

Benodigde ventilatiecapaciteit:

Bereken de bezettingsgraadklasse:

$B = (\text{Gebruiksoppervlak (volgens NEN 2580) van het klaslokaal}) / (\text{Aantal personen})$

$B = 49/33 = 1,48 \text{ m}^2$; de bezettingsgraadklasse is dan B1 (zie definities hst 8)

Bij deze bezettingsgraad klasse behoort een minimum ventilatiedebiet van 7 l/s/m^2 . In dit geval komt dat neer op: $7 \times 49 = 343 \text{ l/s} (= 0,343 \text{ m}^3/\text{s})$.

Benodigde ventilatieoppervlak bij dwarsventilatie:

Wanneer de ventilatieopeningen in 2 gevels zitten, is de benodigde doorlaat van een ventilatie-opening 1 m^2 per m^3/s . Bij een volumestroom van $0,343 \text{ m}^3/\text{s}$ en een raambreedte van 1 m dient één raam 34,3 cm open te staan.

Benodigde ventilatieoppervlak indien geen dwarsventilatie;

Voor een ventilatieopening in 1 gevel is de benodigde doorlaat 5 m^2 per m^3/s . Bij een volumestroom van $0,343 \text{ m}^3/\text{s}$ en een raambreedte van 1 m dienen 5 ramen elk 34,3 cm open te staan.

B2. Bestaande bouw

Benodigde ventilatiecapaciteit:

Voor bestaande bouw maakt het Bouwbesluit 2003 geen onderscheid naar bezettingsgraad klasse. Het minimum ventilatiedebiet is $1,1 \text{ l/s/m}^2$. Voor het rekenvoorbeeld geldt:

$1,1 \times 49 = 54 \text{ l/s} (= 0,054 \text{ m}^3/\text{s})$. Let op: de benodigde capaciteit onder het vorige

Bouwbesluit (1991,1992 en 1995) zou in een vergelijkbare situatie 3,5 maal zoveel bedragen.

Benodigde ventilatieoppervlak bij dwarsventilatie:

Wanneer de ventilatieopeningen in 2 gevels zitten, is de benodigde doorlaat van een ventilatie-opening 1 m^2 per m^3/s . Bij een volumestroom van $0,054 \text{ m}^3/\text{s}$ en een raambreedte van 1 m dient één raam $5,4 \text{ cm}$ open te staan.

Benodigde ventilatieoppervlak indien geen dwarsventilatie;

Voor een ventilatieopening in 1 gevel is de benodigde doorlaat 5 m^2 per m^3/s . Bij een volumestroom van $0,054 \text{ m}^3/\text{s}$ en een raambreedte van 1 m dienen 5 ramen elk $5,4 \text{ cm}$ open te staan (of één raam van 1 m breedte 27 cm open.)

Bijlage 6 Meetmethode voor het bepalen van de CO₂-concentratie in scholen

Deze bijlage vervangt de GGD-richtlijn "Meting kooldioxide in scholen en kinderdagverblijven" (Meijer et al., 2002). In de richtlijn uit 2002 zijn enkele wijzigingen aangebracht: de probleemomschrijving is verkort en de passages over toetsing zijn verwijderd of aangepast conform de huidige richtlijn. Tevens is de bijlage over kinderdagverblijven geschrapt. De tekst over de methode is niet gewijzigd.

1 Inleiding

Deze bijlage gaat nader in op de apparatuur, methode en de verslaglegging van de meting. Hiervoor zullen de volgende vragen worden beantwoord:

A. Wat betreft de apparatuur en methode van CO₂-meting:

- Wat is van belang bij de keuze van apparatuur?
- Waar moet op gelet worden bij de instelling van de apparatuur?
- Waar wordt de CO₂-meter geplaatst?
- Wanneer en hoe lang dient er gemeten te worden?
- Hoe vaak dient de het meetsysteem gekalibreerd te worden?

B. Wat betreft de verslaglegging over de CO₂-meting:

- Welke vragen dienen er beantwoord te worden voor een goede verslaglegging?
- Welke punten komen aan de orde in de rapportage?

Indien een GGD besluit zelf meetapparatuur aan te schaffen en/of metingen te verrichten, is het belangrijk dat binnen de eigen GGD de randvoorwaarden voor het uitvoeren van metingen worden vastgelegd.

Daarbij dienen tenminste intern afspraken gemaakt te worden over:

- De formele afhandeling van aanvragen voor metingen op scholen;
- De termijn tussen het aannemen van de opdracht en de afronding met een schriftelijk verslag;
- Eventuele betaling van de kosten van de meting;
- De eindverantwoordelijke voor de metingen;
- Kwaliteitswaarborg.

Verder heeft de keuze voor het aanbieden van metingen personele en organisatorische consequenties. Het uitvoeren van metingen vraagt een extra tijdsinvestering van de medewerker. Bovendien dient deze medewerker voldoende kennis van zaken te hebben. Op deze punten wordt in de richtlijn verder niet ingegaan omdat dit afhankelijk is van de organisatiestructuur van een GGD en niet in één standaard geregeld kan worden.

Naast het voordeel van de CO₂-meting als objectieve maat bij de advisering over gezondheidsrisico's ten gevolge van een slechte kwaliteit van het binnenmilieu, kan deze meting ook worden gebruikt in de voorlichting over een optimaal gebruik van de ventilatievoorzieningen. Omdat het CO₂-gehalte direct reageert op een verandering in

ventilatie, kunnen de CO₂-waarden een directe terugkoppeling geven over het ventilatiegedrag. Dit is zowel mogelijk door de CO₂-waarden direct tijdens de meting af te lezen als door een registratie in een grafiek. Op deze manier kunnen betrokkenen bewust worden gemaakt van hun ventilatiegedrag en de resultaten daarvan.

2. Meetmethoden

2.1 Meetapparatuur kooldioxide

Bij het kiezen van apparatuur is het sterk aan te bevelen een programma van eisen op te stellen. Er zijn namelijk diverse leveranciers die verschillende soorten apparaten met meerdere toepassingsmogelijkheden aanbieden. Het is vaak nuttig advies in te winnen bij andere GGD'en die al ervaring hebben met CO₂-metingen.

Algemene zaken die de keuze bepalen

- De prijzen voor kooldioxidemeetapparatuur variëren van circa € 1500 tot circa € 4500.
- Veel apparatuur heeft de mogelijkheid om meer te meten dan kooldioxide alleen. Zeer voor de hand liggend is een meetcombinatie van kooldioxide, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (R.V.). Zeker voor scholen zijn deze gegevens van belang bij de beoordeling van de kwaliteit van het binnenmilieu.
- Verder dient vooraf overwogen te worden welke meet- en koppelmogelijkheden er aan een datalogger (onderdeel voor registratie) gewenst zijn. Er kan gedacht worden aan koppelingen met apparatuur voor meting van eventuele andere binnenmilieuproblemen zoals luchtsnelheid (thermisch discomfort), koolmonoxide of stikstofdioxide (afkomstig van verbrandingsapparatuur).

Eisen ten aanzien van de apparatuur

- De apparatuur bestaat uit een onderdeel om te meten en onderdeel om te registreren (datalogger). Deze onderdelen zijn afzonderlijk beschikbaar, maar kunnen in ook in één apparaat verwerkt zijn. Er is apparatuur zonder en met display. Op de display kan de momentane kooldioxidewaarde worden afgelezen. Indien de meting alleen gebruikt wordt om de gebruikers van een ruimte te instrueren over hun ventilatiegedrag, dan kan een meetapparaat met display, maar zonder registratie, volstaan.
- De tijdsduur van de metingen is van belang.
- Om de kwaliteit van het binnenmilieu te kunnen beoordelen moet tijdens verschillende bezettingsgraden, verschillende meteorische omstandigheden en verschillend gebruik van ventilatievoorzieningen worden gemeten. In de praktijk wordt vaak enkele dagen tot een week gemeten. De apparatuur dient daarom over een datalogger met een geheugencapaciteit van minimaal 30.000 meetwaarden te beschikken. Hiermee kunnen gedurende ruim een week (met een interval van 2 minuten) de drie parameters CO₂, temperatuur en relatieve vochtigheid opgeslagen worden. Dit is als volgt te berekenen: bij een geheugencapaciteit van 30.000 meetwaarden, zijn bij

meting van 3 parameters 10.000 meetwaarden per parameter beschikbaar. Bij een interval van 2 minuten kun je dan $10.000 \times 2 = 20.000$ minuten meten, dat is 13,8 dagen. Apparatuur die kooldioxide momentaan weergeeft, is vooral geschikt voor de directe bewustwording van het eigen ventilatiegedrag en de voorlichting hierover.

- Het meetinterval dient ingesteld te kunnen worden in minuten. Variatie in het lage intervalbereik is vooral gewenst. Zo kan er een nauwkeurige registratie van de waarden en het ventilatiegedrag plaatsvinden.
- De meter dient in het lage meetbereik (rond de achtergrondconcentratie van 350 ppm tot 1500 ppm) nauwkeurig te zijn. Een nauwkeurigheid van 5% van de meetwaarde voldoet. Dit is van belang omdat de meter wordt ingezet voor het inschatten van gezondheidsrisico's en voor de voorlichting over ventilatiegedrag.
- Aansluiting op het lichtnet voor langdurige metingen (van bijvoorbeeld een week).
- In verband met de gebruiksvriendelijkheid, de kwetsbaarheid en de duurzaamheid dienen er geen overbodige instelmogelijkheden op het apparaat aanwezig te zijn.
- Een 8-bits microprocessor zodat de overdracht van de opgeslagen data naar de computer in redelijk tempo verloopt.
- Een klok die meeloopt met de metingen om het gebruik van de ruimte en het ventilatiegedrag te duiden.
- Gebruiksvriendelijke software om de apparatuur in te stellen en grafieken te maken; hierin dienen tijd en gemeten data in één figuur weergegeven te kunnen worden. Indien de figuur ook bedoeld is om de gebruikers van een ruimte een ventilatie-instructie te geven, is het gewenst een mogelijkheid te hebben tekst toe te voegen aan de figuur.
- De lijnen in de figuren dienen duidelijk onderscheiden weergegeven te kunnen worden, bijvoorbeeld door weergave in verschillende kleuren.
- Het apparaat dient jaarlijks gekalibreerd te worden. Deze kalibratie dient laag (bijvoorbeeld bij 350 ppm voor de buitenluchtconcentratie) en rond de waarde van 1200 ppm te gebeuren (een zogenaamde 2-punts kalibratie). Een onderhoud- of kalibratiecontract is aan te bevelen. Kalibratie is echter geen garantie voor een goede meting. Er is altijd een zekere mate van spreiding tussen apparaten. Ook verlopen de apparaten gedurende het jaar. Controleer daarom bij metingen met verschillende apparaten of het verschil in resultaten niet het gevolg is van verschil tussen apparaten.

2.2 Werkwijze voor gebruik van de CO₂-meter

Een CO₂-meter heeft meestal een venster waarin af te lezen is hoe hoog het CO₂-gehalte op dat moment is. De meetwaarden kunnen met een datalogger worden opgeslagen, zodat een grafiek van de meetperiode kan worden gemaakt. Vaak kan met de apparatuur gelijktijdig relatieve luchtvochtigheid en temperatuur worden gemeten. De datalogger slaat alle gegevens op en de data kunnen in dezelfde grafiek verwerkt worden.

Het uitvoeren van een CO₂-meting in de zomer wordt afgeraden omdat door de hogere buitentemperatuur vaak goed wordt geventileerd. Om dezelfde reden is het meten van relatieve vochtigheid in de zomer meestal niet zinvol. In de zomer, wanneer niet wordt gestookt, is bij een gelijke binnen- en buitentemperatuur, zoals bij natuurlijke ventilatie de luchtvochtigheid binnen immers gelijk aan buiten. Metingen van de binnenmilieukwaliteit in de zomer is alleen zinvol als een systeem voor mechanische luchttoevoer en/of klimaatbeheersing wordt toegepast, mits er geen ramen open kunnen.

Vorbereiden van de meting

- Controleer of de datum en tijd goed ingesteld staan.
- Stel in met welke tijdsintervallen de meetwaarden moeten worden opgeslagen. Dit is afhankelijk van de periode die je wilt gaan meten en de middelingstijd van de meting. In veel gevallen zal een interval van 2 minuten gedurende 3 tot 7 dagen gebruikt worden. Bij een kortere meetperiode, kun je het interval kleiner instellen. Meet je gedurende een langere periode dan kan het interval verlengd worden.

Plaatsen CO₂ –meter

Binnenluchtmeting

- Zet de meter op een centrale plaats in de ruimte op leefhoogte (circa 1,5 meter boven de grond).
- Zet de meter niet vlak bij een rooster, deur en/of raam en buiten bereik van kinderen.
- Plaats de meter met de voorkant naar de klas of de groepsruimte toe.
Als ook luchtvochtigheid en temperatuur worden gemeten:
 - Zet de meter niet in de buurt van verwarming, vochtbronnen en/of op een plaats waar invallend zonlicht kan komen.
- Steek de stekker in het stopcontact, zet de meter aan en controleer of het apparaat werkt. Indien de meter over een display beschikt, verschijnt na enkele minuten het CO₂-gehalte in het venster.

Buitenluchtmeting

- Voor en na de binnenluchtmeting wordt gedurende 30 minuten in de buitenlucht gemeten. De buitenluchtconcentratie zal, in een niet door verkeer of industrie verontreinigde situatie, 350-450 ppm bedragen. Indien een hogere of lagere waarde wordt gemeten dan dient de meetapparatuur te worden gecontroleerd. Voor de buitenluchtmeting kan zondig ook een apparaat met momentane meting worden gebruikt.

Na de meting

- Lees de opgeslagen meetgegevens in de computer in.
- Maak een kopie van dit bestand (originele meetwaarden).
- Maak een grafiek van de meting, plaats eventueel tekst bij de grafiek.

Bereken minimum, maximum en gemiddelde waarde van de relevante meetperiode.
Voor scholen is dit de tijd dat de kinderen aanwezig zijn.

Bereken het percentage van de lestijd met een CO₂- gehalte boven de 800, 1000 resp. 1400 ppm.

- Controleer of de tijd en extreme waarden in grote lijnen kloppen (check op zomer/wintertijd).

Instructies voor leerkracht

De medewerker die de apparatuur plaatst, geeft instructies aan de leerkracht over het doel en de uitvoering van de meting en het invullen van een dagboek dat bij de CO₂-meting hoort (bijlage A).

Uitleg voor de leerkracht tijdens een CO₂-meting, om na te gaan wat het gebruik en de effectiviteit van de ventilatie is.

De CO₂-meter is aangezet en zal x dagen de CO₂-concentratie in het klaslokaal meten. U hoeft met de apparatuur geen handelingen meer te verrichten. Bij deze meting hoort het invullen van een dagboek. In dit dagboek worden gegevens over ventilatiegedrag en het aantal aanwezige personen opgeschreven. Het bijhouden van dit dagboek is een noodzakelijke aanvulling op de meting. Daarom is het belangrijk dat u dit dagboek goed bijhoudt. Bij de interpretatie van de metingen worden deze gegevens gebruikt. Ze dragen bij aan de uitleg van de grafiek en aan de mogelijkheden om advies over de ventilatiemogelijkheden en het ventilatiegedrag te geven.

Uitleg voor de leerkracht tijdens een CO₂-meting die als voorlichting is bedoeld:

Het getal in het venster geeft de CO₂-concentratie weer. Wanneer de CO₂ concentratie boven de afgesproken toetswaarde komt, is de ventilatie niet voldoende. Probeer met de beschikbare ventilatiemogelijkheden het CO₂-gehalte beneden de afgesproken toetswaarde te brengen en te houden. Indien dit niet lukt, is de ventilatiecapaciteit niet voldoende. Als dit wel lukt, verdient het aanbeveling om de ventilatie te intensiveren om, zo mogelijk de CO₂-concentratie beneden het streefdoel te brengen. Wanneer het hierdoor te koud wordt, moet de verwarming hoger worden gezet. Deze handelingen moet u in het dagboek noteren. Per dag kunnen er verschillen optreden als gevolg van verschil in windrichting, windkracht, buitentemperatuur, aantal aanwezige personen etc.

Uitleg formulieren

Bij plaatsing van het meetapparaat moeten ook formulieren ingevuld worden door diegene die de apparatuur plaatst (Bijlage A, bladzijde 1 en 2) en door de leerkracht (Bijlage A, bladzijde 3 en 4).

Uitleg Bijlage A; bladzijde 1

Noteer naam, adres, plaats, meetperiode en aanleiding van onderzoek. Noteer daarnaast nog enkele specifieke kenmerken over de ventilatiemogelijkheden, verwarming etc.:

- Type verwarming (hoe droog kan de omgeving worden, verbrandingsgassen);
- Type ventilatie (aanvoer verse lucht, afvoer gebruikte lucht);
- Thermisch comfort (hoe behaaglijk is het lokaal);
- Vochtkenmerken (beslagen ramen, vochtplekken, schimmelgroei, vochtminnende insecten, e.d.);
- Aanleiding van de meting. Van de eventuele gezondheidsklachten moet een algemeen beeld worden weergegeven.

Uitleg Bijlage A; bladzijde 2

Teken in de rechthoek de te onderzoeken ruimte. Geef aan waar zich ramen, ventilatieroosters en deuren bevinden én waar het meetapparaat geplaatst is. Geef ook aan waar het noorden is i.v.m. de interpretatie van de meetgegevens. Geef de ramen, roosters en deuren aan met de volgende kenmerken:

Ramen: **A, B, C, D, E, F.** Maak onderscheid tussen: draai-, klap-, tuimel-, en schuiframen die geopend kunnen worden. Geef de hoogte van het raam aan: hoog (>2 m) of laag (<2 m).

Roosters: **I, II, III**

Deuren: **1, 2**

Uitleg Bijlage A; bladzijde 3 en 4

Deze formulieren zijn voor de leerkracht. Laat hierop aangeven wanneer de ramen, ventilatieroosters en deuren open en dicht worden gedaan.

Ook de overige vragen moeten door de leerkracht worden ingevuld.

De formulieren zijn voor twee verschillende dagdelen. Gedurende de meetperiode worden voor alle dagdelen de formulieren ingevuld.

Wanneer schrijven

Noteer wanneer een raam, ventilatierooster of deur **langer dan 5 minuten** open is. Dus niet als een leerling het lokaal even verlaat en hierbij de deur meteen weer sluit. De notities moeten zo nauwkeurig mogelijk zijn. De datalogger meet namelijk om een x-aantal seconden en slaat het gemiddelde van deze meetmomenten op de gekozen intervaltijd op.

Indien een raam open is, noteren hoe ver het geopend is:

- Op een kier;
- Handbreed open;
- Meer dan een handbreedte open.

2.3 Leveranciers van apparatuur

Er zijn veel leveranciers die apparatuur voor CO₂-metingen verkopen. In onderstaande tabel wordt een aantal leveranciers genoemd. Deze tabel geeft zeker geen totaaloverzicht. In deze richtlijn wordt bewust geen voorkeur uitgesproken voor een bepaald apparaat. De keuze is namelijk sterk afhankelijk van de wensen van de gebruiker en het doel van het onderzoek. Bij afweging voor aanschaf van apparatuur verdient het aanbeveling verschillende leveranciers om een demonstratie te vragen en te overleggen met GGD'en die ervaring hebben met apparatuur.

Leverancier	Plaats	Telefoon	E-mail
Askey Dataloggers B.V.	Leiderdorp	071 - 58 10 610	Akerkvliet@askey.nl
Atal	Purmerend	0299 – 63 06 10	info@atal.nl
Ceton control	Tilburg	013 – 45 50 574	adricet@planet.nl
Koenders Instruments	Almere	036 - 54 86 180	Info@koenders-instruments.com
Ravebo Supply B.V.	Brielle	0181 - 41 94 19	info@ravebo.nl
Testo	Almere	036 - 54 87 000	Info@testo.nl
Dräger Safety B.V.	Zoetermeer	079 - 34 44 666	Peter.turfboer@draeger.com
CateC	Wateringen	0174 - 27 23 30	Info@catec.nl

3 Resultaten

De resultaten van de CO₂-meting worden in een rapport beschreven. In het rapport wordt een korte paragraaf opgenomen met achtergrondinformatie en toetsingsmogelijkheden aan gezondheidskundige grenswaarden. Verder wordt het verloop van de meting beschreven en de interpretatie van de meetgegevens. Het wordt afgesloten met een eindconclusie en aanbevelingen.

Een eerste aanzet voor een dergelijk rapport wordt hier gegeven. Het dient uiteraard aangepast te worden aan de specifieke situatie. In bijlage B is een voorbeeldrapportage en -grafiek opgenomen.

I. Titel

Onderzoek naar de kwaliteit van het binnenmilieu van deschool te

II Inhoudsopgave

III Inleiding

III A Aanleiding

Hier wordt ingegaan op de aanleiding om te gaan meten en het doel van de meting.

Aanleiding kunnen vragen of klachten van leerling(en) of docent(en) zijn en/of uitkomsten van een eerdere inspectie van het lokaal of de verblijfsruimte.

Metingen kunnen ook worden uitgevoerd bij een screening in het kader van technische hygiënezorg voor scholen.

III B Algemene informatie

Hier wordt algemene informatie gegeven over het belang van ventileren in relatie tot binnenmilieuproblemen. De volgende tekst kan hiervoor gebruikt worden.

Verontreiniging van de binnenlucht doet zich voor indien er, rekening houdend met de afmetingen van een ruimte en het aantal personen dat zich in een ruimte bevindt, te weinig geventileerd wordt. Behalve kooldioxide (CO₂), dat door personen wordt uitgeademd, zitten er ook andere verontreinigingen in de lucht. Menselijke geurstoffen zijn daar een voorbeeld van. Daarnaast kunnen uit isolatie- en bouwmaterialen gassen vrijkomen die de gezondheid kunnen beïnvloeden bijvoorbeeld formaldehyde uit spaanplaat. Om de ventilatie te controleren kan het CO₂-gehalte dienen als maat voor de effectiviteit van de ventilatie. Indien het CO₂-gehalte te hoog is, zal de ventilatie ook te kort schieten om stofdeeltjes, vocht, geurstoffen en andere gasvormige verontreinigingen te verwijderen.

IV Onderzoek

IV A Korte situatieschets

In een situatieschets worden de ventilatiemogelijkheden van de ruimte beschreven. Hierbij wordt gelet op het type ventilatiesysteem (natuurlijk en/of mechanisch) en aan- en afvoermogelijkheden.

Bij natuurlijke ventilatie worden de volgende gegevens genoteerd: het aantal ramen, het soort ramen, op welke wijze ramen te openen zijn, aan welke zijde de ramen gesitueerd zijn, of er mogelijkheden voor dwarsventilatie zijn, of er kieren langs ramen en deuren zitten die kunnen leiden tot tocht.

IV B Meetmethode

De meting werd verricht met een data logger. De meetperiode liep van d.d. tot..... In deze periode heeft de logger in het lokaal gestaan (plaats in lokaal aangeven). De leerkracht heeft een dagboek bijgehouden tijdens de meetperiode. Hierin werden o.a. de ventilatieactiviteit en het aantal aanwezige personen genoteerd.

IV C Toetsingswaarden

Voor toetsingswaarden zie hoofdstuk 5 van de richtlijn. Bij piekconcentraties zijn kortdurend hogere waarden aanvaardbaar. Om hiermee rekening te houden wordt getoetst of de CO₂-concentratie gedurende niet meer dan 2% van de verblijfstijd hoger is dan de gewenste waarde (98-percentiel).

CO ₂ -gehalte (98-percentiel), inclusief achtergrondconc. van 400 ppm	Omschrijving gezondheidskundige advieswaarde
< 650	Streefdoel nieuwbouw
650-800	Streefdoel bestaande bouw
800-1000	Acceptabel
1000-1400	Tijdelijk acceptabel
> 1400	Onacceptabel

V Resultaten

Hieronder staan de gegevens over de hele meetperiode.

In de grafiek wordt het verloop van de metingen weergegeven. Zie de voorbeeldgrafiek.

Tabel 1: Gegevens per dag, voor een school is dat de tijd dat kindere n aanwezig zijn

	Laagste waarde	Hoogste waarde	Gemiddelde waarde
CO ₂ (ppm)			

VI Bespreking meetresultaten

Toetsing resultaten aan de gezondheidkundige advieswaarden en eventuele referentiegegevens.

Beschrijf het verloop van de grafiek. Let hierbij ook op de snelheid van het stijgen en dalen van de CO₂-concentratie en of de concentratie in de nacht daalt tot het achtergrondniveau.

VII Conclusie

Een oordeel geven over de aanwezige ventilatievoorzieningen en het ventilatiegedrag. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de dagboekjes en de grafiek.

VIII Aanbeveling

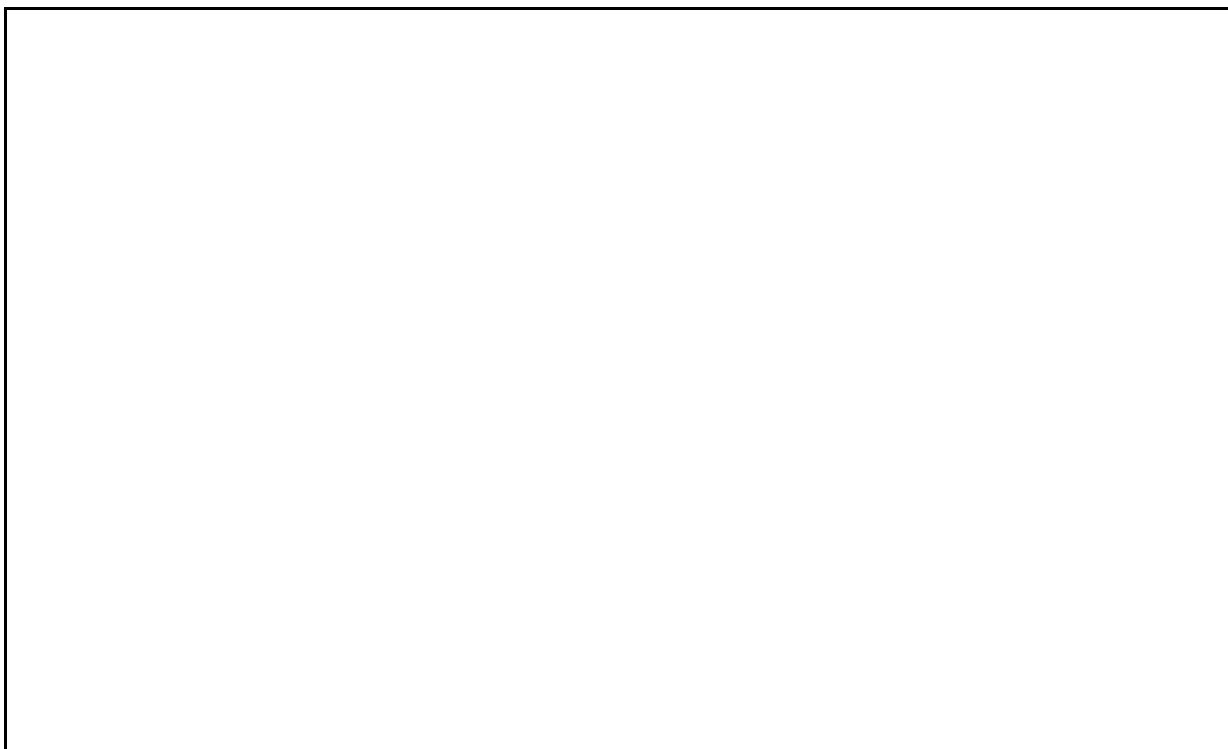
Geef praktische en oplossingerichte adviezen of beperk je tot het signaleren van een probleem en verwijst naar deskundigen op dat terrein.

Dagboek voor CO₂-meting in het binnenmilieu van scholen; blz. 2 van 4
In te vullen door GGD-medewerker; achterlaten voor leerkracht

Naam school:

Groep:

Plattegrond van de ruimte waar gemeten wordt



Vul de volgende gegevens in:

1. globale indeling van het lokaal
2. de plaats van de meetapparatuur (X); noteer de hoogte
3. afmetingen van het lokaal (globale lengte, breedte en hoogte)
4. geografische ligging
5. locatie van ramen (A, B, C, etc.), roosters (I, II, III etc.), deuren (1, 2, 3 etc.), mechanische afzuiging etc.

Noteer voor de ramen ook welk type raam het betreft en de hoogte waarop het raam zich bevindt:

draairaam: een aan de zijkant scharnierend raamtype, opent meestal naar buiten toe

klapraam: een aan de bovenzijde scharnierend raamtype, waarvan de onderkant naar buiten toe beweegt; is vaak een bovenraam

tuimelraam: een raamtype met een scharnier midden op beide zijkanten, waarvan de onderkant vaak naar buiten toe opent.

schuifraam: een raamtype waarbij het raam naar boven wordt geschoven waarbij verschillende standen mogelijk zijn.

1^{ste} dagdeel van de meting, datum:

- Welke ramen, ventilatieroosters en/of deuren staan langer dan 5 minuten open gedurende de metingen tijdens het eerste dagdeel? **Noteer de tijd** waarop ramen open- en dichtgaan. Indien open, maak gebruik van de volgende opties:
 - op een kier
 - handbreed open
 - meer dan een handbreedte open

Per dagdeel zijn drie notities mogelijk:

RAAM	Tijdstip OPEN	Hoever OPEN	Tijdstip DICHT
A			
B			
C			
D			
E			
F			
ROOSTER			
I			
II			
III			
DEUR			
1			
2			

Tijdstip OPEN	Hoever OPEN	Tijdstip DICHT

Tijdstip OPEN	Hoever OPEN	Tijdstip DICHT

- Uit hoeveel leerlingen bestaat de klas? leerlingen
- Hoe laat komen de leerlingen de klas binnen? uur
- Zijn er gedurende dit eerste dagdeel van de meting pauzes of andere momenten waarop de leerlingen niet in het lokaal aanwezig zijn (bijvoorbeeld i.v.m. gymles)?
 Ja, pauze van tot uur
 Ja, leerlingen om andere reden afwezig van tot uur.
- Hoe laat verlaten de leerlingen het lokaal aan het einde van het eerste dagdeel van de meting? Om uur.
- Zijn er nog nablijvers of overblijvers in het lokaal aanwezig?
 Ja, leerlingen van tot uur.
- Bijzonderheden:

Bijlage B: Voorbeeld van bespreking van resultaten aan de hand van een grafiek

Hieronder wordt een voorbeeldrapportage gegeven aan de hand van de indeling zoals besproken in hoofdstuk 3 en op grond van onderstaande grafiek van maandag 26 januari 2001.

Onderzoek naar de kwaliteit van het binnenmilieu van deschool te X.

Resultaten

In de grafiek wordt het verloop van de metingen weergegeven. Hieronder staan de gegevens over de hele meetperiode.

Tabel 1: Resultaten van de CO₂-meting per dag voor de periode dat kinderen in het lokaal aanwezig zijn in deze casus op 26 januari van 8:15 uur tot 15:00 uur.

Kooldioxide (ppm)	Laagste waarde	Hoogste waarde	Gemiddelde waarde
maandag 26 jan. 2001	465	2731	1318

Bespreking meetresultaten

Kooldioxide (CO₂)

In de grafiek staan activiteiten uit het ingevulde dagboekje vermeld. Hierdoor wordt zichtbaar waardoor tijdens de lessen het gehalte kooldioxide stijgt of daalt.

Zo is te zien, dat de dag start met een gehalte kooldioxide van boven de 400 ppm. Deze waarde is de laagste van de dag. Deze waarde ligt 50 ppm boven het niveau van buitenlucht. Dat wil zeggen dat de lucht nooit helemaal verversd wordt.

Vanaf 8:00 uur vinden al activiteiten plaats. Dit is te zien aan het gehalte kooldioxide dat snel stijgt. Om 8:15 uur komen de kinderen binnen. Het gehalte kooldioxide is dan al gestegen tot 1000 ppm. Binnen een half uur wordt de waarde van 1400 ppm overschreden. De rest van de morgen blijft de waarde (ruim) boven de 1400 ppm. Als de kinderen om 10:45 uur uit het lokaal vertrekken, wordt het lokaal beter geventileerd doordat waarschijnlijk de deur geopend blijft staan.

In de ruime middagpauze blijft het gehalte kooldioxide hangen op ruim 500 ppm. Als de kinderen weer het lokaal betreden is de waarde weer opgelopen tot bijna 800 ppm. Bij binnenkomst worden er twee ramen geopend. Deze ramen bevinden zich beide aan dezelfde zijde van het lokaal. Dit heeft een remmend effect op de snelheid waarmee het kooldioxide stijgt. Nu wordt na ongeveer één uur de waarde die om gezondheidskundige redenen niet meer acceptabel is, overschreden.

Om gezondheidskundige redenen zijn door GGD'en gezondheidskundige toetswaarden opgesteld. Daarbij wordt gestreefd naar een zo laag mogelijke CO₂-concentratie.

Bij piekconcentraties zijn kortdurend hogere waarden aanvaardbaar. Om hiermee rekening te

houden wordt ook wel getoetst of de CO₂-concentratie gedurende niet meer dan 2% van de verblijfstijd hoger is dan de gewenste waarde, de zogenaamde 98-percentiel.

De gezondheidskundige toetswaarden zijn als volgt:

CO ₂ -gehalte (ppm), 98-percentiel	Gezondheidskundige beoordeling
< 800	Streefwaarde
800 - 1000	Acceptabel
1000 - 1400	Tijdelijk acceptabel
> 1400	Onacceptabel

In de situatie op deschool te X hebben de kinderen bijna 4 uur les gehad. Gedurende de verblijfstijd zijn de kinderen als volgt blootgesteld:

CO ₂ -gehalte (ppm) 98-percentiel	Beoordeling	Duur blootstelling	
		minuten	% van verblijfstijd
< 800	Streefwaarde	0	0
800 - 1000	Acceptabel	30	13,30
1000 - 1400	Tijdelijk acceptabel	55	24,45
> 1400	Onacceptabel	140	62,20

Conclusie

Tijdens de aanwezigheid mag gedurende 2% van de verblijfstijd een hogere waarde worden behaald dan de gewenste waarde. In het lokaal van deschool wordt tijdens de aanwezigheid van de kinderen de streefwaarde continu en zeer fors overschreden. Gedurende meer dan de helft van de verblijfstijd is de kooldioxideconcentratie onacceptabel hoog.

Dat betekent dat de aanwezigen te maken hebben met een hoge infectiedruk in het lokaal. De aanwezige kinderen en leerkracht worden o.a. blootgesteld aan alle binnengebrachte virussen, bacteriën schimmels, honden- en kattenallergenen, etc.

Het toepassen van ventilatie heeft een gunstig effect op de maximale concentratie van het gehalte kooldioxide. Ook loopt het gehalte kooldioxide dan niet zo snel op. Toch worden de streefwaarde en de waarden die onacceptabel zijn, overschreden als er alleen met de ramen geventileerd wordt. Er zal dus extra geventileerd moeten worden. Indien blijkt dat ook bij optimale ventilatie de waarden die (tijdelijk) acceptabel zijn, worden overschreden dan is onderzoek nodig naar de beschikbare ventilatiecapaciteit.

Tijdens de afwezigheid van mensen blijkt de afname van het kooldioxide zeer langzaam te verlopen en niet de concentratie van de buitenlucht te bereiken. Dit betekent dat ook 's avonds en 's nachts onvoldoende wordt geventileerd, zodat de uitgangswaarde 's ochtends al hoger is dan wenselijk.

Aanbeveling

Duur en tijdstip van ventileren

Er dient de gehele dag geventileerd te worden. Het gebouw moet de dag door kunnen 'ademen'. Laat daarom bovenramen de gehele dag open. Zet 's ochtends ventilatoren aan en de ramen en ventilatieroosters (een beetje) open. Indien er gebruikgemaakt wordt van mechanische ventilatie behoort deze de gehele dag ingeschakeld te zijn.

Zorg voor een goede bediening van alle ramen en roosters.

Gebruik van ventilatievoorzieningen

De meeste lokalen worden natuurlijk geventileerd, dat wil zeggen door het openen van de ramen in één of twee gevels. Ook kan er een ventilatieopening aan de binnengevel of het plafond zijn. Welke ventilatie kan worden toegepast hangt ook af van de (over)last die men door de maatregel kan hebben (geluid, tocht, koude). In het algemeen geldt dat dwarsventilatie het meest effectief is. Zet hiervoor ramen (op een kier) open in verschillende, tegenover elkaar liggende gevels. Indien er slechts aan één zijde geventileerd kan worden, is het het beste om zo veel mogelijk ramen op een kier open te zetten. Dit is effectiever dan één raam wijd te openen. Bij deschool kan gebruik gemaakt worden van de ramen en de binnendeur.

Luchten

Het luchten of spuien betekent dat er in korte tijd een grote hoeveelheid verse lucht in een lokaal wordt aangevoerd. De 'oude' lucht en de warmte kunnen uit het lokaal afgevoerd worden. Lucht een lokaal, ook als het de hele dag door geventileerd wordt, elke pauze. Indien er onvoldoende ventilatiemogelijkheden zijn dient er na ieder lesuur geventileerd te worden.

Tocht voorkomen

De klacht bij ventileren is dat er tocht ontstaat. Met ramen die op 2,4 meter boven de grond zijn gesitueerd, is het risico duidelijk minder. Bij nieuwbouw dient bij de keuze voor bovenramen, altijd gekozen te worden voor ramen die naar binnen toe worden geopend en die de luchtstroom naar boven richten.

Plaats verder geen tafels direct onder de openslaande ramen en zorg dat het openen van de ramen goed regelbaar is.

Bijlage 7 Berekening van het ventilatievoud a.d.v. afname CO₂

Excel bestand → zie GGD Kennisnet, zoeknummer 40644.

Bijlage 8 Verbetering ventilatie basisscholen. Eéndagsmethode.

Inleiding

In de periode november 2006 t/m maart 2007 wordt door 22 GGD'en bij 88 scholen de ééndagsmethode toegepast en wordt daarnaast bij 20 scholen een evaluatiemeting uitgevoerd. Het project heeft als doel de werkbaarheid van de methode onder GGD'en te toetsen en tevens een beeld te krijgen van de binnenmilieukwaliteit op scholen en de effectiviteit van de methode.

In dit stappenplan wordt de uitvoering van de ééndagsmethode kort beschreven. Ook worden enkele praktische zaken beschreven.

Eéndagsmethode

De ééndagsmethode bestaat uit de volgende stappen: 0. Vooroverleg met de gemeente; 1. Selectie van scholen; 2. Het bezoek aan de school; 3. Nazorg

0. Vooroverleg met gemeente

De gemeentes binnen het werkgebied van de GGD worden geïnformeerd over het project en eventueel betrokken bij de keuze voor scholen in hun gemeente. Betrokkenheid van de gemeente is van belang vanwege een aantal redenen. De gemeente is financier van de GGD, de gemeente is verantwoordelijk voor de bouwkundige voorschriften van de school en de gemeente kan direct betrokken zijn bij het schoolbestuur. Om de aandacht van zoveel mogelijk gemeenten te vragen wordt bij voorkeur per gemeente één school bezocht.

Eisen vanuit het project

De betrokken ambtenaren en bestuurders van de gemeente waar de school bezocht wordt zijn op de hoogte van het project.

1. Selectie van scholen

In overleg met de gemeente (zie stap 0) wordt een aantal scholen uitgenodigd om deel te nemen aan het project. Dit gebeurt met een brief en bijgesloten reactieformulier.

Eisen van project

1. Scholen met een mechanische toevoer of

afvoer

van lucht worden uitgesloten van deelname. De ééndagsmethode richt zich immers op gedrag (al dan niet openen van ramen) dat in dergelijke scholen niet van toepassing is.

